

# LAN/MAN

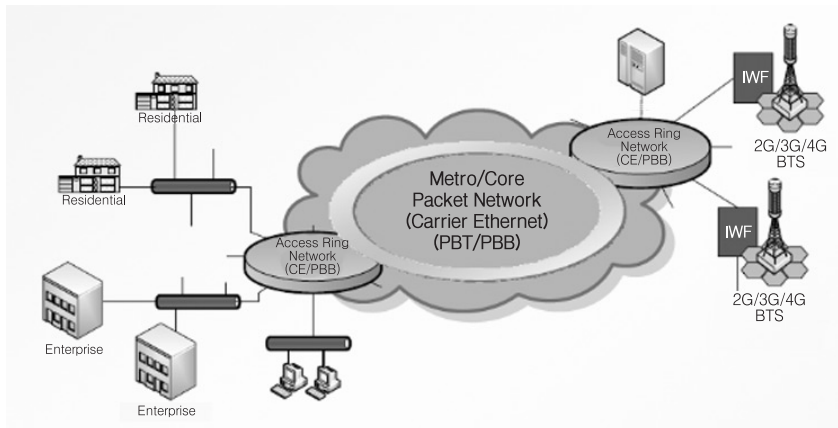
## 1. 개요

### 1.1. 기술개요

#### 1.1.1. 중점기술 및 표준화 대상항목의 정의

##### • 중점기술의 정의

LAN/MAN 기술은 빌딩, 캠퍼스 등의 근거리 통신망과 도시지역 통신망에 적용 가능한 유무선(Wire: 구리선 및 광케이블, Wireless) 기반의 물리 전송 기술, 매체 접근 제어 기술, 2계층 또는 3계층 프로토콜 기반의 상호 연동(Interworking) 및 전달망 제어 기술, 그리고 이상에서 열거한 기술들을 활용한 응용 기술 등을 총칭함. LAN/MAN 대표 기술로는 Ethernet, Bridging, MPLS, WLAN, WiBro/WiMax 등이 있고, IEEE 802를 중심으로 ITU-T, IETF, MEF, OIF 등의 국제 표준화 기구 및 연관 포럼에서 이에 대한 표준화를 진행하고 있음



〈그림 1〉 중점기술의 활용도

- AV 브리징 기술은 디지털 AV기기간의 스튜디오급 멀티미디어 트래픽 전달을 위한 간편한 연결수단으로써 이더넷을 활용하는 기술임. 이것은 125usec의 정수배의 기간을 가지는 싸이클 기반의 멀티미디어 스케줄링 기법을 L2브리지 계층에서 사용하는 IEEE802.1 AV브리징 기술 외에도 산업계에서 널리 사용되고 있는 것으로는 CobraNet, EtherSound 기술이 있음. 추가적으로 기본적인 이러한 싸이클 기반의 전송기법의 실현을 위하여 대역예약방식 및 타임동기기술이 포함됨. 이러한 기술은 기존 우선순위기반의 이더넷 스위치가 제공할 수 없었던 엄격한 지터조건을 만족시켜 스튜디오급의 고급 음향기기 및 비디오 기기를 상호연결할 수 있는 기능을 제공함. 또한 이를 지원하기 위한 AV망 제어 기술이 추가됨
- 데이터 센터 브리징 기술은 데이터 센터 이더넷을 위한 패킷 무손실(lossless) 패브릭 구조 연구를 802.1 데이터 센터 브리지 태스크 그룹에서 수행하고 있으며, 이를 위해 우선 단대단으로 네트워크의 상태를 측정하여 네트워크가 과부하에 걸려 있음을 판별하는 과부하 공지 기술, 부하가 과중할 경우에 우선도가 떨어지는 플로우에 대해서는 전송을 제한하고 우선도가 높은 플로우는 일정하게 전달되게 조절하는 개선된 전송선택 기술, 인가되는 부하에 대해서 여러 레벨로 부하를 구분하여 레벨에 따라서 네트워크 리소스를 차별적으로 할당하는 우선 순위별 흐름제어기술이 있음. 개선된 전송선택 기술은 여러 가지 다른 형태의 트래픽 예를 들면, 지연에 민감한 IPC, 손실에 민감한 SAN, 지연 및 손실에 덜 민감한 LAN 트래픽의 요구 사항을 만족하는 융합 네트워크를 지원함

- 캐리어급 이더넷 기술은 기존 LAN 영역에서 사용되던 이더넷을 SONET/SDH와 같은 고신뢰성 전송망의 수준으로 개선하고, 패킷 기반의 전송망을 위한 고품질의 QoS를 가지게 함으로써 그 적용 영역을 MAN/WAN으로 확장할 수 있는 기술이며, ITU-T SG15, Metro Ethernet Forum, IEEE802.1 등에서 표준화가 진행되고 있음. 또한, IETF와 ITU-T SG15에서는 MPLS 기술을 기반으로한 패킷 기반의 전송망 기술 표준화가 MPLS-TP (MPLS-Transport Profile) 이란 이름으로 진행되고 있음
- 이더넷 망 동기 기술은 SONET/SDH/PDH 기반의 트랜스포트 망에서 이더넷 기반 망으로 진화하면서 SONET/SDH/PDH에서 제공하던 높은 수준의 클럭 동기 매체가 없어지면서 이더넷 기반의 동기화 기술이 출현하게 되었음. 무선 백홀망에서의 요구사항은 Frequency Sync. +/- 50 ppb, Phase sync +/-2.5us 를 요구함
- 이더넷 고속화 기술은 LAN/MAN 등에 사용하고 있는 네트워크 장치의 이더넷 인터페이스 속도를 향상시키기 위한 기술로써, IEEE 802.3 이더넷 워킹 그룹을 중심으로 표준화가 진행되고 있는 기술임. 연관 기술로는 단일 또는 다중 유선 링크를 이용하여 40Gbps/100Gbps 속도로 프레임 전송하기 위한 40G/100G 이더넷 기술이 있음. 40G/100G 이더넷 기술은 네트워크 트래픽이 집중되고 있는 인터넷 교환센터, 데이터 센터, 대규모 엔터프라이즈 등에서의 대역폭 요구사항을 가장 경제적으로 만족시킬 수 있는 기술임
- 에너지 효율 이더넷 기술은 이더넷 링크의 데이터 전송율이 높아질 수록 소모 전력이 증가하며, 에너지는 단위 시간 동안 소비되는 전력으로서, 데이터 패킷을 가장 빠른 속도로 최소 시간내에 전송하고, 유휴 시간 동안 에너지 소비를 최소화 필요. 에너지 효율 이더넷 기술은 스위치/허브/NIC 등에서의 이더넷 링크가 대부분 데이터 전송이 없는 휴지 상태인 점을 착안하여 링크 이용률이 낮을 경우 Low-Data-Rate PHY로 동작하고, 링크 이용률이 높을 경우 High-Data-Rate PHY로 동작하여 두 장치에서 소비되는 에너지를 절약하기 위한 기술
- 산업 이더넷 기술은 공장자동화, 로봇제어, 항공기 제어, 계측기간 연결 등의 응용에서 필수적인 엄격한 지터와 전송지연조건을 만족시키기 위한 전송수단으로써 이더넷을 활용하는 기술임. 대부분의 경우 고정된 전송주기를 가지는 싸이클 기반의 스케줄링 기법을 사용하는데 이러한 기법으로써는 L2에서 사용하는 PROFINET 등의 기술과 L1물리계층에서의 리피팅 방식을 사용하여 장치간 지연을 감소시킨 EtherPowerLink(EPL) 등의 기술이 있음. 이러한 기술의 특징은 국제표준화를 적극 추진하지 않는 폐쇄성임. 이러한 산업용 이더넷 기술은 싸이클 기반의 AV 스트림 전달용 이더넷 기술을 활용한 점대다점 및 점대점 가상링크 제공기술과 1+1 Path Protection기능을 이용한 내고장성 제공기술의 개발이 필요하며, 이것은 AFDX와 같은 기술을 참조한 국내 기술개발과 이에 병행한 국내표준 개발이 필요함
- 미래 이더넷 기술은 아직 구체적인 표준화나 산업화가 이루어지지 않았으나 이더넷 기술의 발전에 따라 사무자동화 영역을 넘어 백본이나 방송, 가전기기, 건설, 기계, 자동차 등에서 활용될 수 있는 신기술임. 아직 구체적인 사용이나 활용이 제시되지 않았으나 사용이 확대될 것으로 점차 관심의 대상이 되고 있음. 특히, 인터넷의 대안으로 요구되는 미래 네트워크 기술이 활발히 논의되면서 기존 IP 망의 한계를 극복하기 위한 망 기술이 요구되고 있으나 뚜렷한 대안이 없는 상태에서 이더넷을 기반으로 다양한 서비스 네트워크가 구성될 수 있도록 가상화하는 기술임
- 이러한 다양한 LAN/MAN 표준화는 주로 IEEE 802, IETF, ITU-T SG15 그룹 산하 연구 그룹에서 수행되고 있음
- 국내 고속 LAN/MAN 표준화는 지식경제부, 방송통신위원회, 유관기관 및 TTA 회원사, 그리고 한국이더넷 포럼을 중심으로 추진되고 있음

#### • 표준화 대상 항목의 정의

- 2009년 LAN/MAN 분야의 세부기술로는 AV 스트림 전달용 이더넷 기술, 데이터 센터 브리징 기술, 캐리어급 이더넷 기술, 이더넷 고속화 기술, 이더넷 전력기술, 산업 이더넷 기술, 미래 이더넷 기술로 크게 분류되며, 각 기술에 대한 정의와 대상 표준화 항목은 다음과 같음

구 분	표준화 대상항목	표준화 내용
AV스트림 전달용 이더넷 기술	이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술	Repeater와 Bridge기능이 결합된 사이클 기반의 무압축 오디오 및 데이터 혼용 전송 기술
	이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술	Repeater와 Bridge기능이 결합된 사이클 기반의 무압축 비디오 및 데이터 혼용 전송 기술
	AV 망 제어 기술	중앙집중형 Conductor(master)기반의 대역할당 기법, MTU협상기능, 타임동기 설정 기능, 슬롯 재상 기능
데이터센터 브리징 기술	과부하 공지 기술 CN(Congestion Notification)	- 대역 지연이 제한된 네트워크 도메인에서 long-lived 데이터 플로우 폭주를 관리하는 기술 - 단대단 단위로 네트워크의 혼잡도를 측정하고 혼잡의 발생을 조기에 파악하는 기술
	개선된 전송선택 기술 ETS(Enhanced TransmissionSelection)	- 부하가 요청한 트래픽 클래스로 할당된 대역을 사용할 수 없을 때, 가용한 대역을 사용할 수 있는 다른 트래픽 클래스를 허용하는 기술 - 혼잡이 발생하였을 경우에 동작중인 우선순위가 낮은 플로우를 제거하여 우선순위가 높은 플로우에서는 혼잡의 영향을 배제시키는 기술
	우선순위 기반 흐름제어 기술 PFC(Priority-based Flow Control)	- Pause 기반 사용자 우선순위 또는 CoS 기술 - 물리링크를 8개의 가상링크로 분리하며, 각 가상 링크는 다른 가상 링크 트래픽에 영향을 주지않고, no discard CoS 지원 및 자동 QoS 정책을 지원하는 기술
캐리어급 이더넷 기술	이더넷 OAM 기술	이더넷 망에 대한 상태관리, 장애진단 및 성능측정의 방법에 관한 기술이며, 선형 연결 및 링 연결의 이더넷 망에 대한 보호 절제 동작 기술 및 이더넷 망 관리 기술을 포함 - 이더넷 망에 대한 장애 관리, 성능 측정 기술 - 이더넷 망에서 장애 시 50 msec 이내 복구 기술 - 복수의 링들이 서로 연결된 망에서 장애 시 복구 기술 - 이더넷 망 요소 (network element)를 위한 프로토콜 중립적인 관리 정보 모델에 대한 기술
	PBB-TE 기술	- 프로바이더 브리지 및 백본 브리지 기술, 이더넷 OAM 기술 등을 결합한 이더넷 기반의 연결 지향성 (connection-oriented) 전달망 기술 (2009년 6월 IEEE 802.1Qay 표준 승인) - PBB-TE의 프로텍션 기능이 End-to-end PTP TESI에 대한 프로텍션 뿐만 아니라 세그먼트 단위의 프로텍션까지 포함하도록 하기 위한 M:1 세그먼트 프로텍션 기술(2009년 하반기부터 IEEE802.1에서 표준화 시작 예상) - 세그먼트 프로텍션 기술은 하나 이상의 세그먼트에서 장애 발생시 해당 세그먼트에 대한 국부적인 프로텍션을 지원함으로써 보다 효율적인 장애 복구를 가능케 하는 기술임
	최단경로 브리징 기술	최단경로 트리를 구성하고 스테이션의 위치를 파악하여 unicast와 multicast 형식의 사용자 프레임용 최단경로로 전송하는 라우팅 기술
	GMPLS 기반 이더넷 제어기술	기존의 MPLS 신호방식을 다양한 종류의 고속링크 기반의 네트워크에서 동작할 수 있게 확장한 GMPLS 신호방식을 이더넷 특히 PBB에 적용하기 위한 제어 기술
	MPLS-TP 기술	- PTP, PMP, 단방향 및 양방향 패킷 전달 경로 (MPLS-TP LSP) 제공 기술 - 기존의 패킷망과의 수평적인 인터워킹 기술 (네트워크 인터워킹) - 다양한 전달망 인프라 상에서 패킷 전달을 가능케 하는 수직적인 인터워킹 기술 (서비스 인터워킹) - 다양한 망 토폴로지에서 MPLS-TP LSP, PW, Section에 대한 프로텍션 (protection) 및 복구 (restoration) 기술 - MPLS-TP LSP, PW, Section에 대한 전송망 수준의 관리 및 OAM 기술 - MS-PW (Multi Segment Pseudowire) 제어 기술
	이더넷 망 동기기술	- IEEE802.3 TSSG( Time Sync, Study Group) 1) 무선 백홀에서의 time 동기 2) IEEE 1588 및 802.1AS와의 관계 설정 3) 802.1, 802.3az, 802.3ba와 co-work 논의 - IEEE802.1AS Draft 5.0(2009/5) 1) Subset of IEEE1588v2 2) end-to-end performance 의 요구사항 정의 3) 802.11 무선 network에서 clock sync 추가
이더넷 고속화 기술	40G/100G 이더넷 기술	유선 선로(백플레인, 동축케이블, 광섬유)를 이용하여 40Gbps 또는 100Gbps 속도의 이더넷 인터페이스를 지원하기 위한 MAC/PHY 규격 개발 - 백플레인: 최대 1m(40G만 해당) - 동축케이블: 최대 10m - 광섬유: 100m/MMF~40Km/SMF(40G는 10Km)
이더넷 전력 기술	에너지 효율 이더넷 기술 *	- 네트워크 기기상의 미사용 이더넷 포트를 인식하여 전력을 낮추거나 대기 모드로 전환해주는 자동 절전 모드 활성화 기술 - 케이블 길이에 따라 전력량을 적절하게 조절해 주는 지능형 알고리즘 기술 - 이더넷 링크 이용률이 낮을 경우 인터페이스 속도를 High Rate에서 Low Rate로 전환하여 소모전력을 절감하는 기술과 MAC controller에 대한 전력소모 절감방법을 제공하는 기술
산업용이더넷 기술	L1 기반 산업용 이더넷 기술	장치간 프레임 중계시 리피터 기반의 on-the-fly 방식으로 전달하여 지터 및 지연을 감소시키고 각 장치별 트래픽은 slot 기반으로 동작함
	L2 기반 산업용 이더넷 기술	PROFINET v3과 같은 L2 기반의 실시간 프레임 및 비 실시간 프레임의 혼용 전송방식

구 분	표준화 대상항목	표준화 내용
미래 이더넷 기술	이더넷 가상화 기술	Optical Network나 SONET, 무선 네트워크도 모두 이더넷을 기반으로 구성되어 있음. 이처럼 이더넷을 기반으로 다양한 네트워크가 구성되는 가상화 기술
	L2 이동성 기술	IP 기반의 네트워크에서 L3 이동성의 한계를 극복하고 다양한 액세스 망들 사이에 서로 다른 액세스 기술 사이의 L2 레벨에서의 로밍 기술
	L2 핸드오버 기술	와이브로나 와이파이, 펌토셀 사이의 끊김없는 통화를 제공하기 위한 L2 계층에서 핸드오버 기술
	L2 멀티캐스팅 기술	사내 인터넷 방송이나 광고 등의 근거리 위주의 방송 서비스를 위한 L2 멀티캐스팅 기술

### • 표준화 대상항목의 그린 ICT 관련성

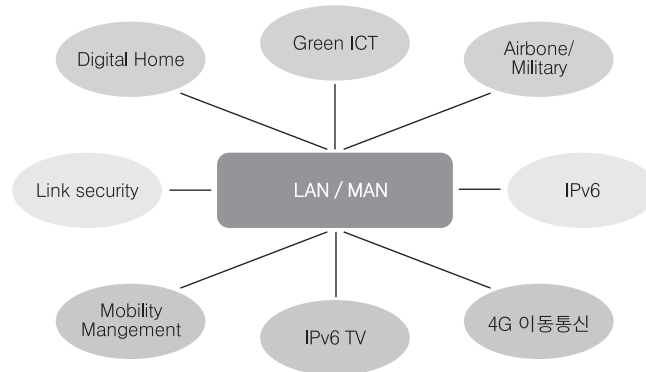
표준화 대상항목 (음영:중점표준화항목)	물건의 소비감소	전력· 에너지 소비감소	인간의 이동 감소	물류의 이동 감소	공간 효율화	폐기물 감소	고 효율화 (업무 효율화)	비 고
이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술	-	○	○	○	●	●	●	-오디오와 랜 스위치가 별도의 케이블로 설치된 전관방송 시스템을 데이터 및 오디오 전송장치에 의해 동일한 케이블로 설치함으로써, 공간 효율, 케이블 폐기를 감소, 방송 및 통신 서비스 업무 효율화를 이룰 수 있음
이더넷 기반 비디오 전송기술	-	○	○	○	●	●	●	-비디오와 랜 스위치가 별도의 케이블로 설치된 전관방송 시스템을 데이터 및 오디오 전송장치에 의해 동일한 케이블로 설치함으로써, 공간 효율, 케이블 폐기를 감소, 방송 및 통신 서비스 업무 효율화를 이룰 수 있음
AV 망 제어기술	-	○	○	○	●	●	●	-오디오/비디오와 랜 스위치가 별도의 케이블로 설치된 전관방송 시스템을 데이터 및 오디오 전송장치에 의해 동일한 케이블로 설치되게 제어함으로써, 공간 효율, 케이블 폐기를 감소, 방송 및 통신 서비스 업무 효율화를 이룰 수 있음
이더넷 OAM 기술	○	-	●	●	○	○	●	-통신 망 및 통신 장치의 고장을 판단하고, 대체 경로로 신속히 절체하는 운용보전 기능에 의해, 사람의 이동(운용자) 감소, 물류의 이동 감소(장비 교체 빈도 낮아짐), 단절없는 통신 서비스를 제공하여 업무 효율화를 이룰 수 있음
과부하 방지 기술 CN			-	-	-	-	●	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 높일 수 있음
개선된 전송선택 기술			-	-	-	-	●	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 높일 수 있음
PBB-TE 기술			●	●	○	○	●	-패킷 망 및 통신 장치의 고장을 판단하고, 대체 경로로 신속히 절체하는 운용보전 기능에 의해, 사람의 이동(운용자) 감소, 물류의 이동 감소(장비 교체 빈도 낮아짐), 단절없는 통신 서비스를 제공하여 업무 효율화를 이룰 수 있음
최단 경로 브리징 기술	-	○	-	-	-	-	○	-이더넷 망에서 데이터 전달(브리징)을 위한 가장 가까운 전달 경로를 찾는 기능에 의해, 미세하지만 전력 소비량을 줄일 수 있고, 통신 장치의 효율이 올라가므로 효율적인 통신 서비스 제공으로 업무 효율화를 이룰 수 있음
GMPLS 기반 이더넷 제어 기술			●	●	○	○	●	-패킷 망 및 통신 장치의 고장을 판단하고, 대체 경로로 신속히 절체하는 운용보전 제어 기능에 의해, 사람의 이동(운용자) 감소, 물류의 이동 감소(장비 교체 빈도 낮아짐), 단절없는 통신 서비스를 제공하여 업무 효율화를 이룰 수 있음
MPLS-TP기술	○	-	●	●	○	○	●	-MPLS 망 및 통신 장치의 고장을 판단하고, 대체 경로로 신속히 절체하는 운용보전 기능에 의해, 사람의 이동(운용자) 감소, 물류의 이동 감소(장비 교체 빈도 낮아짐), 단절없는 통신 서비스를 제공하여 업무 효율화를 이룰 수 있음
우선순위 기반 흐름제어기술			-	-	-	-	●	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 높일 수 있음
이더넷 망 동기 기술	-	○	-	-	-	-	○	-모바일 백홀망의 음성/데이터를 이더넷 백본 망으로 연결하면서, 주파수 및 위상 동기로 실시간 데이터 처리를 하므로, 미세하지만 전력 소비량을 줄일 수 있고, 효율적인 통신 서비스 제공으로 업무 효율화를 이룰 수 있음
40G/100G 이더넷 기술	-	●	-	●	●	●	●	-기준 1Gbps, 10Gbps 통신 처리 속도를 40배~100배 향상하여, 전력 소비량 감소, 통신 장치 수량 감소에 따른 공간 효율 및 폐기물 감소, 고속 처리 통신 서비스 제공으로 업무 효율화를 이룰 수 있음

표준화 대상항목 (음영·중점표준화항목)	물건의 소비감소	전력· 에너지 소비감소	인간의 이동 감소	물류의 이동 감소	공간 효율화	폐기물 감소	고 효율화 (업무 효율화)	비 고
에너지 효율 이더넷 기술	-	●	-	-	-	-	①	-데이터 전송(Active) 또는 휴지(Idle) 상태를 인식하고 전력을 제어하여, 전력 소비량이 감소됨 -Active 대 Idle 비 -100Mbps 및 1000Mbps에서는 17 -35% 전력 감소 -10Mbps에서는 60% 전력감소
이더넷 가상화 기술			-	-	-	-	①	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 줄일 수 있음
L2 이동성 기술			-	-	-	-	①	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 줄일 수 있음
L2 핸드오버 기술			-	-	-	-	①	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 줄일 수 있음
L2 Multicasting 기술			-	-	-	-	①	-데이터 트래픽의 전송 품질 및 성능을 개선하여 안정된 통신 서비스를 제공하게 되어 업무의 효율을 줄일 수 있음
L1 산업용 이더넷 기술			●	○	①	○	●	-이더넷 기술을 활용한 공장자동화를 구축함으로써, 사람 이동, 공간효율화, 업무 효율화를 이룰 수 있음
L2 산업용 이더넷 기술			●	○	①	○	●	-이더넷 기술을 활용한 공장자동화를 구축함으로써, 사람 이동, 공간효율화, 업무 효율화를 이룰 수 있음

〈범례〉-(관련없음) ○(소) ①(중) ●(대)

### 1.1.2. 연관기술 분석

#### • 연관기술 관계도

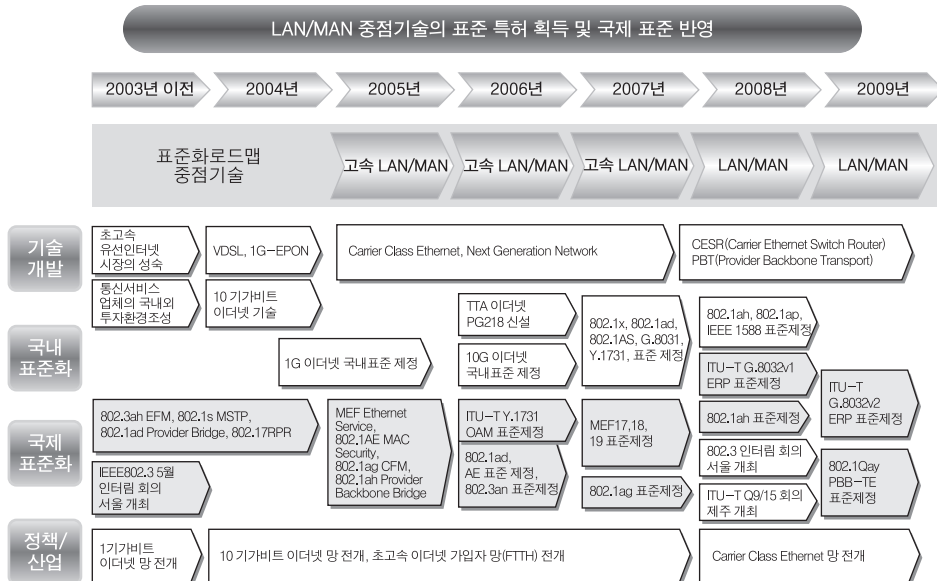


〈그림 2〉 연관기술 관계도

#### • 연관기술 분석표

연관기술	내 용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
디지털 홈 기술	IEEE1394를 대체할 디지털 AV연결기술	TTA	IEEE802.3 IEEE802.1 IEEE1588	표준기획	표준개발	프로토 타입	프로토 타입
Green ICT	에너지 효율 향상 기술	TTA	ITU-T/IEEE802	표준기획	항목승인	기술기획	설계
Airborne/Military	항공기 제어 및 무기체계 제어 기술	-	ARINC	-	표준제정	기술기획	상용화
IPv4/v6	VoIP, IPv6, Mobile IP, 데이터 스토리지 고속 연결 기능 제공	TTA	IETF	표준개발	표준제정	프로토 타입	상용화
링크 보안기술	802.1x 사용자 인증 및 TKIP, CCMP 등 링크계층 보안기능 제공	TTA	IEEE802.1	표준기획	표준개정	기술기획	개발완료
Mobility Management	매체 독립 핸드오버 프레임워크 & 인터페이스	TTA	IEEE802.21	표준기획	표준개발	프로토 타입	개발중
IPTV	보안 및 신뢰성이 보장된 IP망을 통하여 제공되는 TV, 비디오, 오디오, 데이터 등 멀티미디어 서비스 기술	TTA	ITU-T/ATSC JTC1/TVAF	표준개발	표준개발	상용화	상용화
4G 이동통신	IMT advanced 성능 및 기능 요구사항	TTA	3GPP/3GPP2 IEEE802	표준기획	항목승인	기술기획	설계

## 1.2. 중점기술의 연도별 주요현황 및 이슈



### • 국제 표준화

- 2006년, 802.1ad Provider Bridge 국제표준 제정
- 2006년, 802.1AE MAC Security 국제표준 제정
- 2006년, 802.3an 10GBASE-T 국제표준 제정
- 2006년, ITU-T Y.1731 Ethernet OAM 국제표준 제정
- 2007년, 802.1ag Connectivity Fault Management 국제표준 제정
- 2008년, 802.1ah Provider Backbone Bridge 국제표준 제정
- 2008년, ITU-T G.8032v1 Ethernet Protection Switching 국제표준 제정
- 2009년, 802.1Qay Provider Backbone Bridge Traffic Engineering 국제표준 제정
- 2009년, ITU-T G.8032v2 Ethernet Protection Switching 국제표준 제정

## 1.3. 추진경과 및 중점 추진방향

### • 추진경과

- Ver.2006에서는 캐리어 클래스 이더넷(Carrier Class Ethernet) 기술을 표준화 항목으로 새로 지정하고 100GbE 기술을 삭제함
- Ver.2007에서는 2006년 7월 IEEE 802 회의에서 현재의 10GbE에 대한 차세대 전송기술이 논의되었기에, 100GbE 기술을 추가함. 동기식 이더넷분야는 우여곡절 끝에 현재 AV(Audio/Video) 브리징 기술로 표준화되고 있는데, 여기에 관련된 엄격한 타임 동기 기술, L2 대역 예약 기술 및 MAC 기술에 대한 표준화 세부항목을 추가하여 계속 중점/핵심 표준화항목으로 지정함
- Ver.2008에서는 국제 표준화 동향을 고려하여 100GbE 기술을 40G/100G 이더넷으로 변경 함. 또한, 새로운 브리징 기반의 L2 이동성을 지원하고, IPTV와 같은 멀티캐스팅을 L2에서 지원하기 위하여 L2 이동성 기술 분야를 표준화 항목으로 지정



하였으며, 이더넷 스위치/허브/NIC 등에서의 링크간 데이터 전송률을 제어하여 소비되는 에너지를 절감하기 위한 이더넷 장치의 전력 절감 기술을 표준화 항목으로 지정함

- Ver.2009에서는 AV 브리징 기술의 표준화는 거의 완성 단계에 있어 표준화 대상 항목은 타임 동기화 전송/연동 기술과 대역 예약 기술은 제외하고 L2 멀티캐스팅 기술을 선정함. 이더넷 OAM 기술의 요구사항 및 점대점으로 연결된 이더넷 선형 망에 대한 OAM은 표준화가 완료된 상태이며, 프로바이더 브리지 및 백본 브리지에서의 OAM은 프로바이더 백본 브리지 TE(Traffic Engineering) 기술에서 논의되고 있음. 점대다점 연결에서의 OAM에 대한 표준화는 남아 있지만, 아직은 기능 요구 및 활발한 표준화 활동이 없으므로 중점 표준화 항목에서 제외함

- Ver.2010에서는 AV 브리징 기술은 국제 표준화 완성 단계에 있어 AV스트림 전달용 이더넷 기술로 세부 기술 명을 변경하고 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송 기술, 이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술, AV 망 제어 기술을 표준화 대상 항목으로 선정하였으며, 그런 IT 정책 관련 데이터 센터 이더넷 장비에 대한 시장성이 기대됨에 따라 데이터 센터 브리징 우선 순위 기반 플로우 제어 기술을 표준화 대상 항목으로 추가 선정함. 캐리어이더넷 기술의 표준화 대상 항목인 프로바이더 백본 전달망 기술은 PBB-TE 기술로 표준화 항목을 구체화 하였으며, 망 보호절체 기술 및 이더넷 망 요소(network element)를 위한 프로토콜 중립적인 관리 정보 모델에 대한 기술을 포함한 이더넷 OAM 기술을 새로 정의하고 표준화 대상 항목으로 선정함. 또한, MPLS 기반다양한 망 토폴로지에서 망 보호절체 및 복구 기술인 MPLS-TP 기술, PBB-TE 망 연결 제어 관리를 위한 GMPLS 기반 이더넷 제어 기술 및 최단 경로 브리징 기술, 이더넷 기반 무선 백홀 망 연동을 위한 이더넷 망 동기 기술을 추가하였음. 그리고, 이더넷이 항공, 자동차, 조선등 산업용으로 그 활용 범위가 확대되고 있어 산업 이더넷 관련 표준화 대상 항목을 선정하였으며, 네트워크 가상화나 끊임없는 이동성, 방송융합을 위한 멀티케스트 제공 기술 등 미래 인터넷 기술과 같은 이더넷 기반의 Future Ethernet을 연구하기 위한 대상 항목을 추가하였음

## • 버전별 중점기술의 변천

Ver.2007	Ver.2008	Ver.2009	Ver.2010
- 타임 동기화 전송 기술 - L2 대역 예약	- 타임 동기화 전송/연동 기술 - L2 대역 예약		- 이더넷기반 스튜디오급 오디오 전송기술
- 이더넷 OAM 기술 - 이더넷 망 보호 절체 기술 - 프로바이더 브리징 기술	- 이더넷 OAM 기술 - 이더넷 망 보호 절체 기술 - 프로바이더 백본 전달망 기술	- 이더넷 망 보호 절체 기술 - 프로바이더 백본 전달망 기술	- 이더넷 OAM 기술 - MPLS-TP 기술 - 최단 경로 브리징 기술 - 이더넷 망 동기 기술
- HSE(100GbE)	- HSE(40GbE/100GbE)	- HSE(40GbE/100GbE)	- HSE(40GbE/100GbE)
	- Micro Handover 절차	- Micro Handover 절차	
	-Energy Efficient Ethernet 기술	-Energy Efficient Ethernet 기술	- 에너지 효율 이더넷 기술

## • 중점 추진방향

- AV 스트림 전달용 이더넷 기술은 디지털 AV 기기간의 스튜디오급 멀티미디어 트래픽 전달을 위한 간편한 연결수단으로써 이더넷을 활용하는 기술임. 이것은 L2 브리지 계층에서의 스케줄링 방식을 사용하는 IEEE802.1 AV 브리징 기술이 표준화 중에 있음. 이 외에도 산업계에서 널리 사용되고 있는 것으로는 스튜디오급 오디오 전송기술인 CobraNet, EtherSound 기술이 있으며 SMPTE와 같은 HDTV급 영상장비 연결용 표준이 있음. 하지만 IEEE802에 의한 표준화는 진행이 더딘 반면에 이미 제조사별 고유 기술을 채용한 제품이 생산되고 있음. 우리는 이러한 고유기술의 장단점을 분석한 후 이와 유사하거나 성능이 우수한 새로운 기술을 제안하고 이의 국내 표준화를 추진하고자 함. 즉 이 분야에서는 새로운 방식의 제안 및 표준화를 통한 기술 역전이 필요함. 병행하여 국내 업체에 기술이전을 통한 제품생산에 의한 시장 선점을 통하여 국제 표준화를 추진해야 함

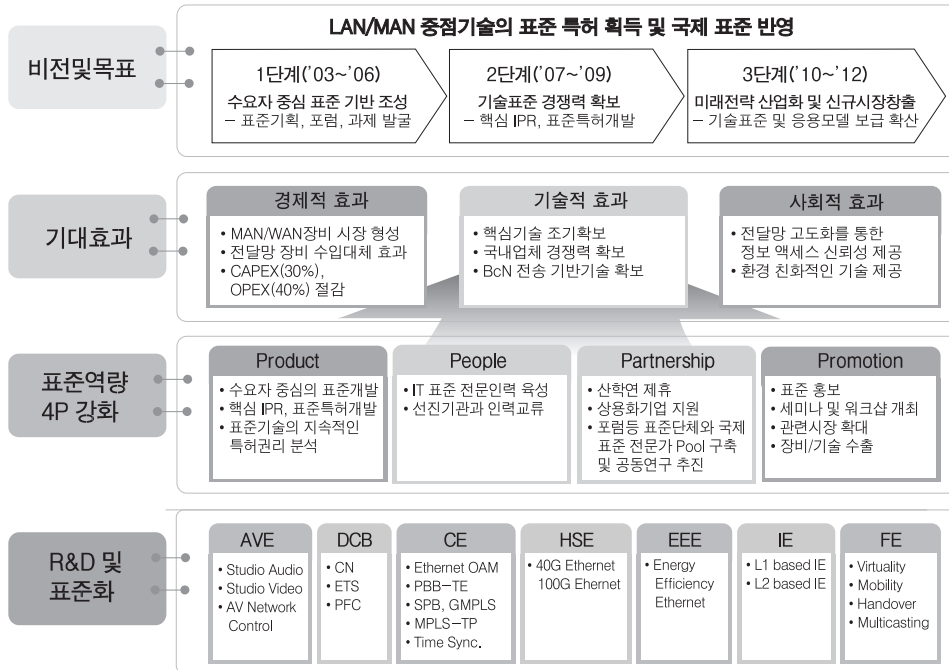
- 데이터 센터 브리징 기술은 새로운 독립적인 기술이 아니라 데이터 센터용 프로토콜 및 애플리케이션 요구사항을 만족시키

- 기 위해 기존 브리지 기술을 개선하는 기술임. 국제 표준화 및 국외 기술 개발이 이미 진행되고 있으나 개선된 전송 선택 기술, 우선순위 기반 플로우 제어 기술 등 주요 기술의 표준화가 지연되고 있으며, 정부의 그린 IT 정책 실행 분야에 데이터 센터 장비가 이슈로 등장하고 있으므로, 국제 표준에 채택된 방식에 대해서 심도있게 분석하여 장단점을 파악. 특히, 데이터 센터용 이더넷 스위치를 위한 패킷 lossless 패브릭 및 입출력 통합 구조를 연구하여 IPR 확보, 국제 표준에 반영하고 국내 산업체에 보급 활동이 필요함
- 캐리어 이더넷을 위한 이더넷 OAM 및 이더넷 선형 보호 절체 기술은 ITU-T, Metro Ethernet Forum, IEEE 802.1에서 표준이 완료된 상태이므로, 현재 진행 중인 이더넷 링 네트워크의 보호 절체에 대한 표준과, 앞으로 진행될 점대다점 OAM 및 보호 절체, load sharing 기능을 가지는 보호 절체 등에 대한 표준화를 중점 추진함. 프로바이더 백본 전달망 기술 (PBB-TE)은 프로바이더 브리지 및 백본 브리지 기술과 이더넷 OAM 기술 등이 결합된, 이더넷 기반의 연결 지향성 전달망 기술로서 2009년 6월에 802.1Qay 표준이 승인됨. 그러나 이번에 승인된 802.1Qay는 End-to-end PtP 패킷 전달 경로에 대한 프로텍션만을 규정하고 있고 PtMP 패킷 전달 경로에 대해서는 프로텍션 메커니즘이 정의되지 않은 상태임. 또한, 장애 발생 확률이 높은 특정 링크나 브리지에 대한 국부적인 프로텍션 기능을 지원하고, 한군데 이상의 장애 발생시에도 프로텍션이 가능한 세그먼트 프로텍션의 필요성이 제기되어 2009년 하반기부터 본격적인 표준화가 진행될 것으로 예상됨. 이더넷 프로텍션 분야는 국내 표준 역량 및 기술이 누적되어 있으므로 이 기술에 대한 표준화를 중점 추진함. 또한, IETF에서 ITU-T와 공동으로 추진하고 있는 MPLS-TP 기술은 데이터 평면은 기존의 MPLS 구조를 그대로 사용하면서 OAM 및 프로텍션 기능을 강화하는 것으로 다양한 방식들이 제안되어 활발히 논의 중임. MPLS-TP와 PBB-TE 기술은 기존의 회선 기반의 전달망을 패킷 기반의 전달망으로 대체하기 위한 유력한 후보 기술이므로 이 분야에 대한 집중적인 연구가 필요하며, 특히 패킷 기반 전달망을 위한 OAM 및 프로텍션 기술은 IPR 확보 및 표준화를 중점 추진해야 함
  - 이더넷 고속화 기술인 40G/100G 이더넷은 2008년 중반부터 전송 거리 및 지원 속도에 대응하는 MAC, PHY 기술에 대한 표준화를 본격적으로 시작하였고, 현재 IEEE 802.3ba Draft 작업을 진행하고 있음. 따라서 100G 이더넷 신호를 수용하기 위한 ITU-T SG15 OTN, 추후 IEEE 802.3에서 표준화 재논의가 예상되고 있는 40GBASE-LR(40G 시리얼 전송)에 대한 표준화를 중점 추진함
  - 에너지 효율 이더넷 기술은 IEEE802.3az에서 Rapid PHY selection 기술과 이에 따른 문제를 해결하기 위한 여러 기술들에 대한 논의가 계속되어 온 결과, 기술적인 사항은 완성단계에 있으며, 워킹 그룹 ballot이 7월에 진행되어, 이 분야에 대한 국제 표준 반영 가능성은 낮다고 판단되므로, 국제 표준을 분석하여 국내 표준 제정 및 국내 산업체의 장비 개발에 활용하는 것이 바람직 함. 친환경적인 성격을 갖는 IT 기술에 대한 높은 관심과 중요도에 따라 점차 이더넷 스위치의 저전력 설계 기술의 중요성도 함께 증대되고 있으므로 국제 표준화가 완성 단계에 있다고는 하나, 구현 핵심 기술의 IPR 확보 가능성은 있다고 사료되며, 사회와 경제 전반의 영향력이 매우 큰 기술 분야이므로 국내 기술 개발이 필요함
  - 산업용 이더넷 기술은 공장자동화, 로봇제어, 항공기 제어, 제측기간 연결 등의 응용에서 필수적인 엄격한 지터와 전송지연 조건을 만족시키기 위한 전송수단으로써 이더넷을 활용하는 기술로써 PROFINET 및 EtherPowerLink(EPL) 등의 기술이 있음. 이러한 기술의 특징은 국제표준화를 적극 추진하지 않고 각 기술별로 alliance를 통한 de factor 표준을 추구하여 수익을 극대화하는 폐쇄성에 있음. 따라서 국내 고유의 기술의 개발과 국내표준화, 그리고 산업계에서의 채용을 통한 새로운 de factor표준의 달성이 요구됨
  - 미래 이더넷 기술은 아직 구체적인 표준화나 산업화의 이루어지지 않았으나 점차 관심의 대상이 되고 있음. 특히, 미래 네트워크 기술이 활발히 논의되면서 기존 IP 망의 한계를 극복하기 위한 망 기술이 요구되고 있으나 뚜렷한 대안이 없는 상태에서 이더넷을 기반으로 다양한 서비스 네트워크가 구성될 수 있도록 가상화하는 기술임. OIF의 Optical over Ethernet, IETF GMPLS over Ethernet, GMPLS controlled Ethernet Label Switching (GELS) 기술이 이미 표준화가 진행되거나 이루어진 상태임. 고속의 멀티미디어 활용을 위한 방송 서비스나 이동성 제공을 위한 기술로서 이동성 기술을 지금까지의 IP 계층 중심의 해결책에서 보다 빠른 처리가 가능한 L2 계층에서 방송 및 단말의 이동서비스나 끊김 없는 통화를 모두 지원



할 수 있는 기술이 필요하게 되었음. 대표적으로 IEEE Media Independent handover (MIH) 기술 표준화되었음. 앞으로 IPTV와 같은 이더넷 TV 기술과 와이브로 망 자체의 이동성 기술이 논의되어야 할 것임

#### 1.4. 표준화의 Vision 및 기대효과



〈그림 3〉 표준화 비전 및 기대효과

##### 1.4.1. 표준화의 필요성

LAN/MAN 분야의 대표적인 기술인 이더넷은 인터넷 트래픽의 급속한 증가로 인하여 최근에는 100Gbps 까지 논의하는 단계로 발전하고 있으며, 장거리를 지원하는 기가비트 이더넷의 등장과 함께 주 활용영역이었던 단거리 LAN 뿐만 아니라 유지보수, 신뢰성 및 망 확장 기능을 추가하여 중·장거리의 MAN/WAN, 패킷 전달망(PTN), 스토리지의 SAN/NAS 까지 사용 영역을 확대하고 있는 추세로 이 분야 관련 기술에 대한 종합적인 표준개발이 요구됨. 사용 영역에서도 기존 사무실 환경의 고속 통신 기술로서만이 아닌 가정이나 공장, 항공기, 선박, 자동차 등으로 적용범위가 넓어지고 있으며 이더넷을 중심으로 서로간의 이음새 없는 연동 기능과 서비스 연속성 제공이 요구됨

- 디지털 AV기기간의 스튜디오급 멀티미디어 트래픽 전달수단으로 IEEE1394 및 SMPTE표준이 있지만 이더넷을 활용한 간편한 연결수단이 요구되고 있음. 이를 위한 IEEE802.1 AV브리징 기술의 표준화가 더딘 반면, HDMI1.4와 같이 AV스트림 뿐만 아니라 Ethernet 데이터 전송기능도 포함된 표준이 발표되고 있음. 이미 산업계에서는 제조사별 고유 방식인 CobraNet 및 EtherSound 기술이 채용된 제품이 생산되고 국내에도 설치되고 있음. 우리는 이러한 고유기술의 장단점을 분석한 후 이와 유사하거나 성능이 우수한 새로운 기술을 제안하고 이의 국내 표준화를 추진할 필요가 있음. 즉 이 분야에서는 새로운 방

식의 제안 및 표준화를 통한 기술 역전이 필요함. 병행하여 국내 업체에 기술이전을 통한 제품생산에 의한 시장 선점을 통하여 국제 표준화를 추진할 필요가 있음. 이러한 기술은 오디오와 데이터를 병행 전송할 수 있어 케이블링 예산을 절감하는 그런 IT 성격이 있을 뿐만 아니라 디지털 가전장치의 상호연결에도 활용될 수 있음

- 이더넷 망이 백본망으로 확장되면서 이더넷은 이더넷 자체 뿐만 아니라 모든 전송 네트워크를 포괄하는 망으로서의 역할이 필요하며, 이를 위해서는 기존 이더넷 서비스 이용자 뿐 아니라 Fibre Channel을 이용한 스토리지 네트워크 서비스와 Infiniband를 이용한 초고성능 컴퓨팅 서비스와 같은 다양한 서비스를 수용하는 데이터센터 브리징 기술에 대한 표준화가 필요함. 이를 위해 프레임 손실을 막기 위하여 브리지에서 전송을 조절이 가능한 중단 스테이션으로 폭주 신호를 보내거나, 통합된 이더넷에서 지원되는 애플리케이션 중 서로 다른 서비스는 트래픽 클래스를 분할하여 지원하며, 전통적 LAN 애플리케이션뿐만 아니라, 데이터 센터용 애플리케이션을 통합하여 네트워크 운용비용 및 장비비용을 절감할 필요가 있음
- 패킷 기반의 서비스와 회선 기반의 서비스를 단일 망에서 제공하여 CAPEX 및 OPEX를 줄이기 위해 패킷 기반의 전달망 기술에 대한 필요성이 대두됨. 서비스 트래픽의 95% 이상이 이더넷 프레임의 형태로 전달되는 상황에서 이더넷 기반의 패킷 전달망 기술을 개발하기 위한 노력이 진행 중임. 이더넷 OAM 기술, 보호 절체 기술, 프로바이더 백본 전달망 기술은 이더넷 기반의 패킷 전달망 구축을 위한 핵심 기술로서 이는 BcN 망의 기본적인 전송 방식으로 활용 가능함. 특히, 패킷 기반의 내고장성 및 QoS 제공 기술은 타 기술에 대한 파급효과가 큼. 또한, MPLS를 기반으로 하는 패킷 전달망 기술인 MPLS-TP 기술에 대한 논의도 활발하게 진행되고 있는데 이 기술은 기존의 IP/MPLS 망과 자연스러운 인터워킹이 가능한 점이 큰 장점임. MPLS-TP 기술 표준이 완료되면 대부분의 IP/MPLS 라우터가 이 기능을 탑재할 것으로 예상되므로 라우터 분야에서도 국내의 기술 진입이 가능함
- IPTV, UCC, Web 2.0 등의 영상화 및 개인화된 서비스가 점차 확산되고 있으며, 이로 인해 지속적이고 급격한 트래픽 증가가 예측됨에 따라 이를 위한 네트워크의 광대역화는 필수적인 요구사항임. 기존의 광대역 인터페이스 제공 기술인 링크 집성(Link Aggregation), 등가 다중 경로(ECMP) 등의 논리적 방법은 기술적 한계가 있으므로, 40Gbps/100Gbps급의 속도를 물리적으로 제공할 수 있는 표준 기술 개발이 필요함
- 친환경적인 성격을 갖는 IT 기술에 대한 높은 관심과 중요도에 따라 에너지 효율 이더넷 기술의 중요성도 함께 증대되고 있음. 인터넷과 연결된 IT 기기 및 기타 장비들의 에너지 소모를 감소시키는 것은 사회와 경제 전반의 영향력이 매우 큰 기술 분야이며, IEEE 802를 중심으로 표준화가 진행되어 완성 단계에 있음. 사회와 경제 전반의 영향력이 매우 큰 기술 분야이므로 이 기술에 대한 국제 표준 동향 및 주요 기술을 분석하고 국내 표준을 제정하여, 국내 산업체에 기술을 보급할 필요가 있음
- 기존 공장자동화, 로봇제어, 항공기 제어, 체측기간 연결 등의 응용에서 각 기기별로 시리얼 링크를 사용하여 점대점으로 연결함으로써 발생하는 많은 문제점을 해결하기 위하여 이더넷 기반에서 고속 전송 및 다수의 가상적인 링크를 제공할 수 있도록 엄격한 지터와 전송지연조건을 만족시키는 PROFINET, EtherPowerLink(EPL), AFDX 등의 기술이 채용되고 있음. 이러한 기술의 특징은 국제표준화를 적극 추진하지 않고 각 기술별로 alliance를 통한 de factor 표준을 추구하여 수익을 극대화하는 폐쇄성에 있음. 이러한 폐쇄성은 제조회사의 수익창출 목적임. 따라서 국내 고유의 기술의 개발과 국내표준화, 그리고 산업계에서의 채용을 통한 새로운 de factor 표준화를 중점 추진해야 함
- 네트워크 가상화 기술은 미래 네트워크의 핵심 기술로 인터넷의 단점을 보완하고 사용자의 다양한 요구를 망을 통해 제공하는 미래 네트워크의 핵심 기술로 부각되고 있음. 이미 Optical over Ethernet, GMPLS over Ethernet, GELS 등 이더넷 기반의 가상화된 네트워크 기술이 활발한 논의를 이룬 상태임. 그러나 이더넷을 통한 가상화 기술은 논의되고 있지 않으나 이부분의 표준화가 미래 네트워크 가상화 기술의 한 방법으로 제시될 수 있음. 또한 이더넷 기반 L2 이동성 및 Handover 기술도 IP 기반의 이동성 기술의 한계를 극복하기 위한 L2 기반의 단말 이동성과 끊김 없는 통화를 제공하는 기술로서 표준화를 선행해야 함. 최근 와이브로 네트워크를 위한 Proxy MIP 이동성 기술이 나오면서 KT나 SKT 등 관련 통신망 운영업체의 관심을 받고 있음. 따라서 국내 개발 기술인 와이브로 중심의 L2 이동성 및 핸드오버 기술도 표준화가 제시될 필요가 있음. 끝으로

IPTV의 기술이 표준화되고 서비스가 진행되면서 보다 효율적인 방송 기술이 요구되고 있음. IP 중심의 글로벌 IPTV 서비스에서 사내 방송 및 지역 광고 서비스 활성화를 이루기 위해서는 이더넷 기반의 지역 방송 서비스가 필요할 것임. 이를 위해 이더넷에서의 멀티캐스팅 기술에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히, 멀티캐스트 형태의 연결에 대한 대역 보장 메커니즘에 대한 필요성이 제기됨. 멀티캐스트 트리 구성을 위한 호연결설정 제어, AV QoS 제공을 위한 신뢰성있는 멀티캐스트 회선 제어 등과 멀티캐스트 트리 연결에 대한 protection 및 유지보수 관리 기술의 표준화가 필요함

#### 1.4.2. 표준화의 목표

LAN/MAN 기술에 대한 국내 표준 정의 정립과 핵심 표준 기술 확보를 통해 국제 표준 활동에 국내 산·학·연이 공동 대응할 수 있는 토대를 마련함. 핵심 표준 기술에 대한 국제 표준(안) 개발을 적극적으로 주도하여 관련 표준특허를 획득하고, 국제 표준화 단계에 있어서는 산업체 주도의 국내 표준(안) 개발을 통해 국내 관련 산업의 활성화 및 국제 경쟁력 강화

- 2011년까지 Audio Over Ethernet 기술의 개발과 산업계 채용 및 국내 표준화를 추진
- 2015년까지 Multimedia Over Ethernet 기술의 개발과 산업계 채용 및 국내 표준화를 추진하여 방송장비 국산화에 기여함
- 2012년까지 산업용 이더넷 기술의 표준분석에 의한 장단점 도출을 수행하고 이를 기반으로 2015년까지 국내 고유의 산업용 이더넷 기술의 표준화를 추진함. 표준화의 방향은 Audio Over Ethernet 기술의 산업용 이더넷 기술로의 변형임
- 2010년까지 다중 이더넷 링의 보호 절체 동작 방식, 이더넷 링의 FDB flush 최적화 등을 포함하는 보호절체 방식과 이더넷 링 네트워크의 관리를 위한 management information에 대한 표준 기술을 개발하여 IPR 확보 및 ITU-T를 통해 국제표준화 하고, 2011년에는 해당 기술에 대한 국내 표준화
- 2010년까지 IETF MPLS-TP에서의 LSP 경로 제어, PW, LSP, Section에 대한 OAM 및 보호 절체 방식, MS-PW (Multi Segment Pseudowire) 제어, 기존 망과의 인터워킹 방식의 IPR을 확보하고 국제 표준화 및 국내 표준화
- 이더넷 망 동기 기술은 2009년 IEEE 802.3에서 이제 논의가 시작되어 Working Group이 형성되지 않은 상태라서 802.3 TSSG에 국내 기술진들이 활발히 참여하고 있으며, 무선 백홀망에서 기존의 SONET/SDH 망을 Ethernet으로 이전시 Ethenet 망을 통한 동기화 기술과 관련된 IPR을 확보하고 국제 및 국내 표준화
- 최단경로 브리징 기술은 Nortel을 중심으로 국제 표준화가 많이 진행되어 왔으며, 2010년까지 표준 규격을 완성하는 일정에 있어 SPB의 핵심 기술인 PLSB와 견줄 수 있는 새로운 라우팅 방식을 연구하여 2011년에는 해당 기술에 대한 국내 표준화
- 2011년까지 40G/100G 이더넷 관련 표준화 및 기술 개발을 동시 추진하면서, ITU-T OTN 망에서 100GE 수용과 관련한 IPR 확보
- IEEE 802.3의 Energy Efficient Ethernet 표준화 일정은 2010년에 규격을 완성하는 목표에 있어, 2010년도에는 국제 표준을 분석하고, 에너지를 절감할 수 있는 이더넷 스위치에 대한 특정 핵심 기술을 연구하여 2011년에는 해당 기술에 대한 국내 표준화

#### 1.4.3. Vision 및 기대효과

LAN/MAN 관련 ITU-T, IEEE802, IETF 국제 표준화 기구에 국내 관련 기술의 역량을 모아 조직적이고 지속적으로 참여하여, 국내 기술을 국제 표준화에 반영하는 등 시너지 효과를 높이고, 표준 기술의 신속한 국산화 지원에 의해 국내 LAN/MAN 관련 개발 활동 및 경쟁력 강화에 실질적 기여

- 이더넷을 통한 디지털 AV기기간의 전달수단 중 하나인 Audio over Ethernet 기술의 08년도 해외 시장규모는 \$30억이며 매년 2배씩 증가되고 있는 성장력이 높은 분야임. 유사하거나 고유한 새로운 방식의 국내개발과 이의 표준화가 성공한다면 이 시장의 1/3은 확보할 수 있을 것임. 또한 스튜디오급 무압축 AV스트림 전송기술은 현재 방송장비간 연결방식으로 사용되고 있는 광 케이블 기반의 SMPTE 전송기술을 저렴한 이더넷 기반으로 대체할 수 있어 국내 방송장비 개발에 기여할 수 있음
- 데이터 센터 브리징 기술의 조속한 국내표준 제정을 통해서 국내 스위치 제품이 최신의 표준을 탑재한 제품이 생산되도록 하며, 그 결과 데이터 센터 이더넷 장비를 국산화하는데 기여할 수 있음. 또한, 이 기술이 성공적으로 구축되면 기존의 망에서는 전송품질의 문제가 발생했던 데이터 스토리지 네트워크, 컴퓨터 클러스터 네트워크, 백플레인의 패브릭의 네트워크를 이더넷망으로 통합할 수 있음
- LAN/MAN/WAN이 모두 이더넷 기반으로 구성되도록 함으로써, 망의 고속화 및 단순화가 가능함. 또한, 이 기술은 유무선 통합 및 통방융합 등 BcN 환경에서 최소 비용으로 충분한 대역폭 제공이 가능하므로 방송통신의 새로운 서비스 시장 형성과 다양한 콘텐츠 활용으로 국내 네트워크 사업의 성장을 촉진할 수 있음
- PBB-TE나 MPLS-TP와 같은 패킷 기반의 전달망 기술은 기존의 회선망과 패킷망을 패킷 기반의 단일 망으로 통합하는 것을 가능케 함으로써 망 관리 비용을 줄이고 망 자원의 이용 효율을 극대화할 수 있음
- 40G/100G 이더넷 기술은 이더넷 기반으로 구축된 네트워크(LAN/MAN/SAN 등)를 가장 경제적으로 업그레이드 할 수 있는 기술로써, 표준화를 통해 습득한 기술을 활용하여 100Gbps 이후의 기술에도 적용 가능할 것으로 예상됨
- 이더넷 전력 기술은 에너지 효율 이더넷 기술이 대표적인 기술로서, 전송 속도, 사용 포트, 데이터 휴지 구간에 따른 전력 소모량을 제어 가능하므로 친환경 IT 기술로 활용될 수 있을뿐만 아니라, 모든 이더넷 단말에 장착될 수 있어 경제적인 파급효과가 높음
- 각 기기별로 시리얼 링크를 사용하여 점대점으로 연결하던 기존의 공장자동화, 로봇제어, 항공기 제어, 계측기간 연결방식은 최근 고속의 이더넷 기반으로 천이되고 있으며 이의 시장규모와 그 수익율은 아주 큰 매력적인 분야이다. 이러한 기술의 특징인 de factor 표준에 의한 폐쇄성을 기회로 판단하여 국내 고유의 기술의 개발과 국내표준화, 그리고 산업계에서의 채용을 통한 새로운 de factor 표준화를 중점 추진해야 함
- 모든 네트워크가 공통적으로 가진 이더넷을 기반으로 가상화 네트워크를 구축 할 경우 다양한 서비스망이 이더넷 전달망 위에서 구축되면서 네트워크 구축 비용이나 서비스 제공 비용을 획기적으로 낮출 것임. 또한 IP 망이 가진 QoS나 라우팅의 한계를 극복하고 새로운 서비스망을 쉽게 구축하고 제거할 수 있게 되면서 통신 서비스의 획기적인 변화를 일으킬 것이임. 또한 무선 네트워크의 기반으로 Mobile IP나 Proxy MIP와 같은 L3 계층 중심의 이동성 관리 프로토콜에서부터 cellular Ethernet 또는 Wibro Mobility 기술과 같은 L2 계층의 이동성 관리 프로토콜의 중요성이 확산되면 고속의 이동성 및 유무선 액세스 망 사이에 끊김 없는 서비스 제공이 가능함. 특히 WiBro와 같은 이동 인터넷 서비스를 위한 L2 계층 핵심 기술로 활용될 것임. 이 외에도 이더넷 기반 멀티캐스트 기술이 개발될 경우 IPTV 방송 서비스를 저비용 고효율의 방송 서비스로 이끌 것임. 또한 사내 IPTV나 지역 방송, 광고 방송 등에 활용되어 산업적인 효과가 더욱 늘어날 전망임

## 2. 국내외 현황분석

### 2.1. 시장현황 및 전망

#### 2.1.1. 국내 시장현황 및 전망

- 액세스의 광랜 서비스 구축을 위해 통신 사업자들은 이더넷 스위치에 대한 투자를 계속하고 있는 상태임. TDM 기반의 MSPP는 다양한 애플리케이션을 수용하면서 비용 효율적 측면이 강조되고 있으나 그 성장성에는 한계가 있어 최근 POTS 장비로 대체되는 추세임
- 스위치의 경우 네트워크 보안, 트래픽 관리에 대한 중요성이 증가되면서 계층 4~7 스위치에 대한 도입이 활성화 될 것으로 예상됨. 반면 국외 시장과 달리 캐리어 이더넷의 도입이 더디게 진행되고 있는 상태임
- 라우터의 경우 통신 사업자들의 기존 네트워크에 대한 업그레이드 수요, 부가서비스를 지원하기 위한 신인증 사업을 위한 수요 및 IPTV, VoIP 등이 본격적으로 도입되면서 이를 지원하기 위한 프리미엄 네트워크 구축을 위한 시장 성장이 예상됨
- 멀티플 플레이 서비스(eg. TPS, QPS)가 확산됨에 따라 액세스에서 코어까지 이를 지원할 수 있는 관련 장비들의 개발이 본격화되고 있으며, VoD, IPTV, 화상 전화 등 보다 넓은 대역폭과 안정적인 서비스가 요구되는 애플리케이션이 증가하고 있음
- 이더넷 백본망의 성능이 점차 개선됨에 따라, 기존의 라우터로 동작되었던 기존망을 교체할 때에 좀 더 저렴한 이더넷 백본망으로 교체할 필요성이 점점 커지고 있으며, 대안으로는 MPLS-TP, PBB-TE 기술 도입이 검토되고 있음

〈표 1〉 국내 유선 장비 현황 및 전망, 2004-2010

	2004	2004 Share	2005	2005 Share	2005 / 2004 (%)
LAN	555,8	52,9%	642,0	53,3%	15,5%
Optical	62,4	5,9%	74,1	6,2%	18,7%
Broadband	314,3	29,9%	331,4	27,5%	5,5%
IP	118,7	11,3%	156,3	13,0%	31,7%
Total	1,051,2	100,0%	1,203,8	100,0%	14,5%

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	CAGR
LAN	642,0	697,6	747,0	803,8	869,1	944,4	8,0%
Optical	74,1	81,9	94,0	102,2	107,4	110,6	8,4%
Broadband	331,4	347,9	340,8	333,5	307,5	278,9	-3,4%
IP	156,3	196,7	247,4	291,6	317,1	338,7	16,7%
Total	1,203,8	1,324,1	1,429,2	1,531,4	1,601,1	1,672,6	6,8%

[출처] IDC 2006, Korea Telecom Service and Equipment 2006~2010 Forecast and Analysis

- 국내 시장은 최근 공지된 자료가 없으며, 세계 시장의 2% 수준으로 예상함

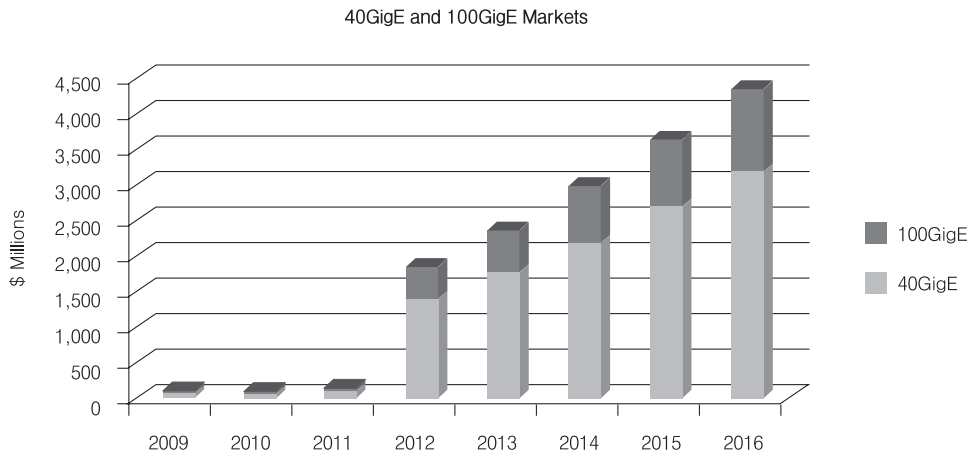
#### 2.1.2. 국외 시장현황 및 전망

- 2007년 전 세계 캐리어 이더넷 트랜스포트(Transport) 시장은 약 72억불이었음. 기존 CESR 장비와 더불어 MSPP, Metro WDM 장비 등의 전달망 장비에도 이더넷 트랜스포트 기술을 사용함에 따라 캐리어 이더넷 트랜스포트 시장은 2012년 말경 약 145억불까지 증가될 것으로 예상됨

〈표 2〉 전세계 캐리어 이더넷 트랜스포트 시장 전망(출처: IDC, 2008)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011년	2012	2007-2012 CAGR(%)
Revenue	3,384.7	5,060.7	7,211.8	8,819.0	10,090.0	11,480.0	13,213.9	14,466.2	14.9
Growth(%)	NA	49.5	42.5	22.3	14.4	13.8	15.1	9.5	

- 40G/100G 이더넷 초기 시장은 과도한 트래픽 병목이 발생하고 있는 일부 특정 애플리케이션 영역(서버, 엔터프라이즈 등)에서 2009년부터 형성될 것으로 예상됨. 또한 10G 이더넷이 보편화 되고 40G 이더넷이 10G 이더넷과 비교하여 합리적인 가격에 도달 할 것으로 예상되는 2012년부터 본격적인 40G/100G 이더넷 시장이 형성 될 것으로 예상됨



〈그림 4〉 40G, 100G 이더넷 시장 전망(출처: CIR, 2008)

- 국외 일부 통신 사업자들의 경우 유무선 네트워크의 액세스, 메트로 영역을 포함한 더 넓은 범위에서 가상사설망 기반의 이더넷 서비스 제공을 확장하고 있으며 기존 회선기반의 시분할다중화 기술을 이용한 패킷 전달 망을 패킷기반의 캐리어 이더넷 기술로 전환하려는 장기적인 계획을 세우고 있고 관련 시장이 점차 확대될 것으로 예상됨

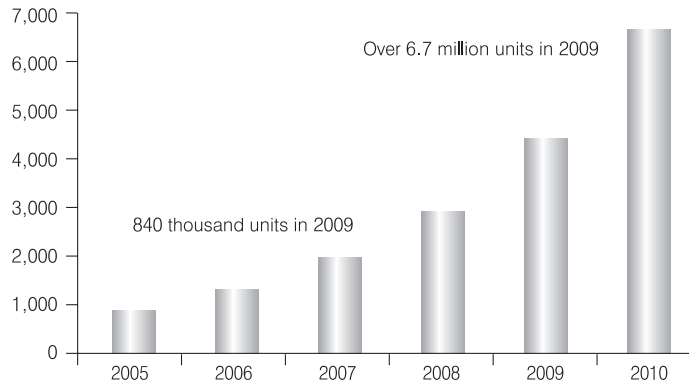
〈표 3〉 세계 스위치 시장 현황 및 전망(2004~2010)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2007-2012 CAGR(%)
Revenue(\$M)	15,164	1,6287	17,275	18,311	19,355	20,468	21,608	5.8
Growth(%)	NA	7.4	6.1	6.0	5.7	5.7	5.6	
Port shipments(000)	218,405	243,843	263,840	283,603	302,716	322,137	342,450	7.0
Growth(%)	NA	11.6	8.2	7.5	6.7	6.4	6.3	

[출처] IDC 2006, Worldwide Ethernet and LAN Switch 2006-2010 Forecast

- Audio Over Ethernet기술의 시장규모는 08년 \$30억이며 시장 규모는 매년 2배씩 증가되고 있음
- 산업용 이더넷 시장규모는 2008년에 450만대 규모이며 2009년에는 670만대 규모로써 매년 2배씩 증가되고 있음





〈그림 5〉 세계 산업용 이더넷 시장 규모 및 예상  
(자료: ARC Advisory Group)

## 2.2. 기술개발 현황 및 전망

### 2.2.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 디지털 AV기기간의 스튜디오급 멀티미디어 트래픽 전달기술 연구는 삼성전자에서 지속적으로 진행하고 있음. 한국항공대에 서도 L1 및 L2 기능을 결합시킨 새로운 기술을 제안하고 이의 특허출원 및 시제품을 개발하고 있음. 현재는 무압축 오디오와 데이터의 병행 전송기능을 개발하고 있지만 이의 동작 검증 후 비디오 전송기능도 제공할 수 있도록 계획함
- 데이터 센터 브리징 기술은 ETRI, 숭실대에서 국제 표준화 동향을 분석하고 있으며, 데이터 센터 이더넷을 위한 패킷 lossless 패브릭 구조와 수 종류의 입출력 인터페이스를 하나로 통합하는 기술을 개발하여 국산 데이터 센터 이더넷 장비 개발에 활용할 필요가 있음
- ETRI는 2008년부터 패킷-광 통합 스위치 기술 개발 과제의 일환으로 GMPLS에 의해 제어되는 PBB-TE 기반의 대용량 패킷 전달 기술을 개발 중임. Actus Networks에서는 Pizza-box 형태의 소용량 시스템 상에서 PBB-TE 기술을 개발함
- 최단 경로 브리징 기술이란 자동적으로 이더넷 백본망에서 라우팅을 자동적으로 설정해주는 기술로서 여기에서 나열하는 기술 중에서 PLSB가 가장 유망할 것으로 예상하고 있음. 그런데 PLSB는 PBB를 구성하는 스위치가 매우 많은 경우에 필요한 기술이라서 개발단계에서 우선순위가 높지 않음. 백본망의 규모가 크지 않을 경우에는 PBB-TE 기술을 이용하여 경로를 수동으로 설정하는 방법이 유용하기 때문임. 이러한 이유로 현재는 연구회를 중심으로 기술 토의 위주로 진행되고있으나, 라우팅이 미치는 영향을 볼 때에 업계의 관심이 많으며 관심의 초점은 기술 개발보다는 사용과 응용 측면이 될 것임
- GMPLS 기반 이더넷 제어 기술: GMPLS에 관한 연구는 한국광인터넷포럼(Korean Optical Internet Forum : KOIF)에서 주도적으로 많은 연구가 진행되어 왔으나 이더넷에 국한된 분야만을 보면 큰 활동을 보여주시는 못하고 있음. GMPLS는 MPLS를 광분야로 확대적용하기 위해서 창설되었으며, 이에 따라서 광인터넷포럼은 기존의 MPLS에 관련된 네트워크분야의 전문가와 광분야 전문가가 주로 활동한 관계로 GMPLS over Ethernet 분야를 주도적으로 이끌기보다는 이더넷포럼의 전문가를 초청하는 선에서 활동하였음. 이더넷포럼은 주로 ITU와 IEEE802를 중심으로 스위치에 관한 표준화를 진행하다보니 IETF가 주도하여 라우터가 중심이 된 이 분야에 대해서 큰 관심을 두지 못하였음. 앞으로 이더넷 백본망에서 라우팅이 IP 진영의 GMPLS 방식과 이더넷진영의 PLSB 방식의 겨루기가 예상됨
- MPLS-TP 기술: ETRI는 패킷-광 통합 스위치 기술 개발 과제의 일환으로 2009년 후반부터 MPLS-TP 기술에 대한 연구가

진행되고 있으며 2010년 이후 GMPLS에 의해 제어되는 MPLS-TP 기반의 대용량 패킷 전달 기술을 개발할 예정임

- 이더넷 망 동기 기술: ETRI에서는 IEEE1588 v1을 기반으로 산업용으로 IEEE 1588 v1 slave 가 장착된 Switch를 개발함. Femto cell을 목표로 해외에서 도입된 IEEE1588 전용 chip을 기반으로 IEEE1588 v2 slave 기능을 구현하여 시험 진행 중임. 해당 칩은 Semtech TopSync, Zarlink ToP. G.8261의 network impairment 기준으로 시험 진행 중임
- ETRI는 2008년부터 100G급 이더넷 및 광전송 기술 개발 과제의 일환으로 급의 신호 전송을 위한 광링크 및 전송 기술(변조, 분산 보상, 프레임머, SERDES, 트랜스폰더 등), 100G급 이더넷 MAC/PHY 핵심 요소 기술(인터페이스, 프레임머, 부호화기 등)을 개발하고 있음
- 에너지 효율 이더넷 기술은 ETRI에서 국제 표준화 동향을 분석하고 있으며, 물리계층에서의 전력 절감 기술을 연구 개발하여 구현 핵심 기술에 대한 IPR 확보 및 국산 이더넷 장비 개발에 활용할 필요가 있음
- 국내의 산업용 이더넷분야는 국내의 고유한 기술없이 지멘스 등의 PROFINET기술을 이용한 제품생산에 주력하고 있음. 활용분야의 시장인 국내 산업자동화 시장은 63억불이며 매출증가율은 4%대임
- 국내에서 미래 이더넷 기술은 아직 초보적인 논의 단계임. 그러나 최근 국내에서도 이더넷 포럼을 중심으로 한양대, 숭실대 등에서 이더넷 가상화 기술에 대한 논의가 이루어지고 있음. KT, SKT 등의 망 사업자 등도 인터넷 서비스, 전화 서비스, IPTV 서비스 등을 패키지화하여 제공하고 있는 상황에서 이더넷 가상화, 이더넷 기반 IPTV, 와이브로 기반 L2 이동성 기술을 검토하고 있음
- LAN/MAN 분야의 기술 연구는 ETRI, 한국이더넷 포럼, TTA 이더넷 프로젝트 그룹 및 광전송 프로젝트 그룹에서 수행하고 있으며, 연구 결과가 산업체에 보급되어 산업 경쟁력이 향상될 것으로 기대함
- ETRI는 2002년부터 고속 LAN 기술 표준화, 2005년부터 차세대 LAN 기술, 브로드밴드 이더넷 기술 표준 개발, 2008년부터 이더넷 기반 패킷전달망계층 기술 관련 표준 개발을 수행하고 있으며, 개발된 표준 규격을 네트워크 장비 개발 산업체에 전파하여 최신 표준이 적용된 캐리어이더넷 장비가 시장에 출현될 것으로 전망함
- ETRI는 2008년부터 패킷-광 통합 기술 개발 과제의 일환으로 패킷-광 통합 스위치 기술 및 다계층 망 제어 기술에 대한 핵심 기술을 개발하고 있으며, 2010년에 패킷 전달망을 패킷-광 통합 스위치로 대체하는 움직임이 시작될 것으로 전망함
- ETRI는 2008년 10월부터 이더넷 링 프로텍션 스위칭 버전 1 (ERP version 1) 기술 개발을 시작하여 ERP 버전 1 소프트웨어 모듈 개발을 2009년 초에 완료하여, Actus Networks의 L2 이더넷 스위치(G200)에 탑재 완료하여 개별 customer 대상으로 시연 중에 있음
- ETRI는 현재 2009년 6월 기준의 ERP version 2 표준 초안에 근거하여 ERP 버전 2 소프트웨어 모듈을 개발 중에 있으며, 이를 Actus Networks의 이더넷 스위치 장비에 탑재하여, 2009년 10월 Telecom World 및 Supercomm에서 시연할 계획임
- Actus Networks는 2007년부터 캐리어 이더넷 demarcation 장비를 개발하고 있으며, 이더넷 OAM 및 망 보호절제 기술 표준을 장비에 탑재하여 2009년 ITU-T Telecom World 및 Supercomm에 출품 예정임
- 한국항공대, 숭실대, 한양대 등에서 AV브리징, L2이동성 기술, Backbone Bridge, GMPLS 기술에 대하여 연구를 진행 중임

### 2.2.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

- AV 스트림 전달용 이더넷 기술 중 스튜디오급 오디오 전송기술인 CobraNet, EtherSound 기술이 각각 Cirrus Logic과 Digigram사에 의해 출시되어 많은 음향기기 제조회사들이 자사의 제품에 채용하고 있음. 또한 HDTV급 영상장비 연결용 표준으로 광 전송방식의 SMPTE가 있지만 이더넷기반의 제품이 요구되고 있음. 이들은 모두 국제표준이 아니므로 이것을 기회요인으로 하여 새로운 방식의 제안 및 표준화를 통한 기술 역전이 요구됨

- 시스코는 데이터 센터를 위한 차세대 이더넷 구조를 적용한 데이터 센터 이더넷 장비를 개발하고 있으며, 이 장비에는 PFC(Priority-based Flow Control), ETS(Enhanced Transmission Selection), DCBX(Data Center Bridging Exchange), L2MP(Layer 2 multipathing), lossless fabric, CN(Congestion Notification) 기술이 적용됨. 또한, FCoE(Fiber Channel over Ethernet) 장비도 개발하여 LAN과 SAN 망의 이음새 없는 연결성을 지원하여 에너지 효율적인 데이터 센터 이더넷을 추진하고 있음. IBM은 Converged Enhanced Ethernet 이란 용어를 사용하여 데이터 센터 스위치 장비를 개발하고 있으며, 표준화 반영을 추진하고 있음
- Alcatel-Lucent, Ericsson, NEC, Nokia Siemens Networks, Cisco, Juniper, Nortel, Huawei, ZTE 등 거의 모든 Tier 1 장비 업체들이 G.8032 이더넷 링 프로텍션 기술의 표준화에 참여하여 왔으며, 동시에 G.8032 이더넷 링 프로텍션 기술을 탑재한 제품 개발을 진행 중에 있음
- 기존 G.8032 이더넷 링 프로텍션의 관리를 위한 management information 에 대한 정의 작업이 현재 각 장비 업체 별로 따로 진행되고 있으며, 향후 이를 G.8052 를 통하여 표준화 시도할 것이 예상됨
- PBB-TE 기술 표준인 IEEE 802.1Qay는 2009년 6월 승인됨. 2009년 6월 OIF Worldwide Interoperability Demonstration 에서 PBB-TE와 MPLS-TP를 포함하여 다양한 전달 기술을 통해 EVPL (Ethernet Virtual Private Line) 서비스를 시연함. 이 시연에는 Alcatel-Lucent, Ciena, Ericsson, Huawei, Marben, NEC, NSN, Sycamore, Tellabs, ZTE, Ethos Networks 등의 벤더와 Verizon, France Telecom, Deutsche Telekom, Telecom Italia, KDDI, NTT, China Telecom 등의 망 사업자가 참여함. 특히, France Telecom 시연 망에서는 Ciena와 Ethos Networks의 캐리어 이더넷 장비를 사용하여 PBB-TE 기술을 시험하였고, NTT와 KDDI 시연 망에서는 NEC와 Alcatel-Lucent, Ericsson 장비를 사용하여 MPLS-TP 기술을 시험함. 그러나 MPLS-TP 기술은 아직 표준화가 완료되지 않아 ITU-T의 T-MPLS 기술을 사용하여 시연됨
- 백본망에서 사용하는 최단경로 브리징 기술은 Nortel이 개발한 PLSB를 표준화하는 상태이므로 Nortel의 PLSB에 대해서 언급하면, Nortel은 PLSB 규격을 2006년에 특허를 이미 획득하였고, 2008년 초에 시연을 보였음. Nortel은 경쟁사가 없는 상태에서 주도적으로 PLSB를 개발하고 있으며, Nortel은 업계의 경쟁을 MPLS와 Nortel이 개발한 PBT와 PLSB가 동작하는 이더넷 백본망과의 경쟁으로 유도하고 있음. 이러한 독주체제 하에서는 경쟁보다는 강자를 인정한 채 협업하는 방식이 유용하기 때문에 Nortel은 2007년 하반기에 Carrier Ethernet Ecosystem라는 공동체를 만들었으며, 이 공동체의 제휴사는 개발한 장비의 상호 운용성을 검증하고 공동의 세일즈 혹은 공동 마케팅의 기반을 조성하고 있음. 이 공동체에는 Axerra Networks, Extreme Networks, Hammerhead Systems, Lightstorm Networks, Meriton Networks, RAD Data Communications, Soapstone Networks의 7개사로 시작하였으며 2009년 7월 현재 제휴사가 24개사로 많아졌음
- GMPLS 기반 이더넷 제어 기술: 이더넷 백본망의 라우팅 기술은 IP전영의 GMPLS와 이더넷 전영의 PLSB가 서로 각축을 벌이고 있으며, GMPLS는 주어진 망에서의 기술을 치환하는 것이 아니라 윗선에서 기술을 추가하는 overlay 기술이므로 두 기술이 공존하겠지만 서로 기능상 중복되는 부분이 많아서 한 쪽의 역할이 많이 약화될 것으로 예상됨. 이더넷 백본의 장비를 공급하는 벤더들은 자신들이 개발한 PLSB를 우선적으로 지원할 것이므로 순서상으로 PLSB의 개발 이후에 개발이 진행될 것으로 예상됨
- 이더넷 망 동기 기술: Symmetricom은 1588 Grand master를 주도하고 있으며 최근에는 slave software시장에도 참여함. Semtech는 TopSync 제품으로 slave와 master chip을 판매 중에 있으며 많은 vendor를 통해 interop test를 진행 중에 있음. Zarlink는 ToP 제품으로 Slave market에 진출해 있음. Broadcom은 캐리어 이더넷용 새로운 switch chip을 release하고 있으며 1588v2의 time stamp를 hardware에서 처리하도록 함. 또한 PHY에서 Ether Sync를 지원하고 있음. Wintegra Winpath III, LSI APP3K는 NP내에 NCO를 두어 1588 slave기능을 지원함. IXXAT는 1588 software stack과 FPGA level product을 판매하고 있음
- Alcatel/Lucent, Simens, NTT, KDDI 등 세계 유수 통신 업체들에서는 2006년부터 100Gbps급 광전송 기술에 대한 연구를

수행하고 있음. Finisar는 100G 이더넷 Transceiver(4x25Gbps 방식, 10Km)를 상용화하였고, Infinera는 Virtex FPGA를 사용하여 10G 이더넷 기반의 100G MAC 칩과 10x10Gbps XFP Transceiver를 사용해 4,000Km 광 네트워크를 통한 100G 이더넷 연결 서비스를 시연하였음. EZchip은 100G급 프레임 처리를 위한 NP를 개발하고 있고, Force10, Cisco, IBM, Alcatel/Lucent 등은 100G급 시스템을 개발 중임

- Bell Canada, China Telecom, KPN 등의 일부 사업자가 40Gbps급의 옵티컬 트랜스포트 시스템을 2008년부터 적용하고 있음. Verizon, Ciena, Neos 등에서는 100G 시험망을 통해 장거리 광전송 실험을 하고 있음. 40G/100G 시스템과 관련된 대부분의 개발은 Silicon Electronics; DSP, NP, Optical Modulator/Demodulator, Optical Transceiver/Transponder/Muxponder 등의 소자에 집중되어 있음. 400G 이더넷, 100G 이더넷 순으로 상용화 장비가 출시 될 것으로 예상되나 아직까지는 없는 실정임
- 에너지 효율 이더넷 기술은 LBNL, Teranetics, 시스코, Broadcom, GraCasi, Avago사에서 물리계층에서의 전력 절감 기술을 연구 개발하고 있음
- 미래 이더넷 기술은 이미 외국에서는 Ethernet over Optical, GMPLS over Ethernet, GELS 등 이더넷 가상화 형태가 꾸준히 표준화 되고 있음. 이동성 제공 기술도 Mobile Ethernet 또는 Cellular Ethernet 기술 등이 활발히 연구되고 있음. Ethernet TV 등도 새로운 기술보다 현재 기술로서 시장 활성화나 네트워크 비용 절감을 위한 서비스 측면에서 이미 활용되고 있음
- 서비스 사업자들은 이더넷을 사용하고 있는 고객들을 위하여 이더넷 프레임들을 자신들의 망(SONET, Provider Bridge, MPLS 등)에서 전달할 수 있도록 계층별로 세 가지의 터널링(Tunneling) 방식을 고려하고 있음
- 이스라엘은 Power over Ethernet 관련 기술시장을 독점하고 있음
- 독일 Siemens 사에서는 산업용 이더넷 기술인 Fieldbus 대한 기술을 확보하고 있음
- 미국 Rockwell사는 산업용 이더넷 기술인 EthernetIP 대한 기술을 확보하고 있음
- 프랑스는 ARINC 664기반의 AFDX 기술개발을 하여, A380에 탑재함

### 2.2.3. 국내외 IPR 보유 현황 및 확보 가능 분야

- 디지털 오디오 전송기술은 CobraNet의 Cirrus Logics사, EtherSound의 Digigram사에 의한 사설표준이 있으며 이를 활용한 제품이 생산되고 있음. 한국항공대에서는 디지털 AV기기간의 스튜디오급 멀티미디어 트래픽 전달기술을 위하여 L1 및 L2 기능을 결합시킨 새로운 기술을 제안하고 이의 특허출원 및 시제품을 개발하고 있음. 현재는 무압축 오디오와 데이터의 병행 전송기능을 개발하고 있지만 이의 동작 검증 후 비디오 전송기능도 제공할 수 있도록 계획함
- 데이터 센터 브리징 기술 관련 국내 보유 IPR은 없으며, 시스코에서 데이터 센터 이더넷 관련 다수의 IPR을 확보한 것으로 판단됨
- PBB-TE 기술: 프로바이더 백본 브리지의 데이터 평면 기술인 MAC 인캡슐레이션 방식과 프로바이더 백본 전달망의 OAM 및 보호 절체 기술에 대해 Nortel Networks 사가 약 3건의 국제 특허를 보유하고 있음. 프로바이더 백본 전달망에서의 TESI 경로 제어, PtMP TESI에 대한 OAM 및 보호 절체 방식, 세그먼트 단위의 보호 절체 방식 등에 대한 IPR 확보가 가능함
- 최단경로 브리징 기술: 최단경로 브리징 기술 중에서 송신 노드별 스패닝 트리 기반의 전송은 Cisco가 특허를 가지고 있으며, IS-IS를 이용하는 라우팅 기법인 PLSB는 Nortel이 특허를 보유하고 있음. 현재 숭실대학교에서는 송신노드 별 복수개의 스패닝 트리를 가지는 방식을 국내외 특허를 신청한 상태이며, 현재 표준화의 대세가 PLSB로 쏠리고 있어서 상업적 가치가 큰 특허를 국내에서 보유하기는 어려운 실정임

- MPLS-TP 기술: 국내의 MPLS-TP 관련 보유 IPR은 없음. MPLS-TP에서의 LSP 경로 제어, PW, LSP, Section에 대한 OAM 및 보호 절체 방식, MS-PW (Multi Segment Pseudowire) 제어, 기존 망과의 인터워킹 등에 대한 IPR 확보가 가능함
- 이더넷 망 동기 기술: IEEE 802.3TSSG의 workgroup을 통해 표준화 참여 및 accurate time stamp를 PHY level에서 하는 분야의 IPR확보 가능함
- 국내의 40G/100G 이더넷 관련 보유 IPR은 없으며, IEEE 802.3 40G/100G 이더넷 기술과 관련한 MAC/PHY 인터페이스 기술은 Cisco, Finisar 등에서, 시스템 기술은 Force10에서 관련 특허를 보유하고 있음. 따라서 IEEE 802에 비해 상대적으로 표준화가 늦은 ITU-T SG15 OTN에서의 40GE/100GE 수용 기술에 대한 IPR 확보를 추진해야 함
- 산업 이더넷 기술은 싸이클 기반의 AV 스트림 전달용 이더넷 기술을 활용한 점대 다점 및 점대점 가상링크 제공기술과 1+1 Path Protection기능을 이용한 내고장성 제공기술이 핵심임. 이외 관련된 기술들은 외국회사들이 보유하고 있지만 관련된 국내 IPR은 AFDX분야의 IPR 3건외에는 거의 없는 실정임. 이 분야의 상업성을 고려할 때 새로운 IPR이 국내 개발되어야 하며 이의 국내표준화 추진이 적극 필요함
- 외국에서는 IP 중심의 Optical IP, GMPLS over IP, MPLS 등 IP 기반 가상화 기술, Mobile IP, Proxy MIP 등 이동성 제공 기술, IPTV와 같은 방송 기술 표준에 대한 IPR이 많은 상태임. 그러나 Sonet over ethernet 등 기존 네트워크를 이더넷 위에서 가상화 하기 위한 이더넷 기술, 이더넷 기반 L2 이동성 기술, 사내 방송이나 지역 방송 서비스와 같은 근거리 망 중심의 이더넷 TV 기술은 특화된 새로운 IPR이 요구되기 때문에 이의 국내표준화 추진이 적극 필요함
- 이더넷 선형 및 링 보호 절체 기술에 대해 미국, 일본 등이 약 8건의 국제 특허를 보유하고 있고, 한국은 ETRI를 중심으로 수 건의 국내/국제 특허를 추진 중임. 다중 이더넷 링에 대한 보호 절체 방식, 이더넷 링의 FDB flush 최적화, load sharing을 포함하는 보호 절체 방식 등에 대한 IPR 확보가 가능함
- 저전력 설계 방안 및 전력 소비량을 감소시킬 수 있는 방법을 전송 소자 및 시스템에 이르기까지 IT 기기의 다양한 구성 요소에 적용한 국제 특허가 점차 크게 증가하고 있으며, 이들 중 저전력으로 동작이 가능한 서버 관리 장치 및 방법 등 이더넷 관련 장치에 관한 국내의 특허는 60여건 출원 되었으며, 앞으로 증가될 것임

## 2.3. 표준화 현황 및 전망

### 2.3.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- TTA 이더넷 PG, 한국이더넷포럼, ETRI에서는 제정된 국제표준을 분석하고, 국내 환경에 적용할 수 있는지를 연구하여 국내표준으로 개발하며, 국내에서 선도하는 기술에 대해서는 국내 고유표준으로 개발함
- AV 브리지 기술 분야
  - 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술: Repeater와 Bridge기능이 결합된 새로운 싸이클 기반의 무압축 오디오 및 데이터 혼용 전송 기술의 국내 독자 개발이 진행되고 있으며 산업계에서도 이의 활용을 적극 추진중에 있음. 이에 관련 기술의 국내 표준화 추진이 필요함
  - 이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술: Repeater와 Bridge기능이 결합된 싸이클 기반의 무압축 비디오 및 데이터 혼용 전송 기술로써 10GbE급의 전송수단에 무압축 HDTV 및 Ultra HDTV급 영상데이터의 실시간 전송기술에 관련된 표준 개발이 시급함. 이는 기존 SMPTE기반 전송방식을 대체할 것임
  - AV망 제어 기술: 중앙집중형 Conductor(master)기반의 대역할당 기법과 MTU조정, 슬롯 재사용기법, 타임동기 기능, 기존 장비와의 호환성 제공 등에 대한 표준이 개발되어야 함
  - IEEE802.1av 관련 표준에 대하여 TTA와 이더넷포럼을 중심으로 국내표준을 제정 중임

- 삼성전자를 중심으로 지난 2004년부터 본격적으로 IEEE802를 통한 국제 표준화를 추진하여 표준 완성 단계에 있으며, 관련된 시제품도 개발 중임

- AV 브리지기술은 전달 지연이나, 지터 등을 최소화한 동기식 전송기술을 결합한 이더넷 기술로서 디지털 AV장치 연결에 핵심적인 기술로 사용될 것임

#### • 데이터 센터 브리징 기술 분야

- 데이터 센터 브리징 기술은 향후 설치되는 데이터 센터용 모든 브리지에 적용하려는 기본 기능이므로 국내 표준 개발에 필요한 국제 표준 동향 분석과 국내 적용 방안을 연구하고 있음

- 개선된 전송선택 기술 및 우선순위 기반 플로우 제어 기술의 국제 표준 초안 작성이 지연되고 있으므로 이들 주요 기술에 대한 IPR 확보가 필요함

#### • 캐리어급 이더넷 기술 분야

- 이더넷 OAM 및 선형 보호 절체 기술은 TTA와 이더넷 포럼을 중심으로 국내 표준 제정이 완료되었거나 진행 중에 있으며, 이더넷 링 보호 절체 기술은 현재 TTA를 통하여 과제 제안 중에 있음. 이더넷 선형 및 링 보호 절체에 관한 관리에 대한 현재 국내 표준화 활동은 전무한 상황임

- PBB-TTE 기술: ETRI를 중심으로 2008년부터 이더넷 기반의 패킷 전달망 기술 개발이 시작되고 이와 연계하여 프로바이더 백본 브리지로 구성되는 이더넷 전달망을 위한 OAM 및 보호 절체 기술 등에 대한 표준화를 추진 중임

- 최단 경로 브리징 기술은 Provider Network과 Provider Backbone Network에서 사용할 라우팅 방식으로 전통적인 2 계층의 라우팅 방식인 스페닝 트리 기반의 STP를 탈피하여 3 계층 라우팅 기술인 IS-IS, OSPF 등과 결합된 2/3 계층이 통합된 형태로 진화하고 있음. 2 계층 라우팅은 오랫동안 변화가 없었던 까닭에 전문가 그룹을 형성하지 못하여서 현재 빠르게 변화하는 2 계층 라우팅 관련 표준화를 주도하기가 미흡한 상황임. 이더넷 백본망의 시장이 크게 팽창할 분야이며, 기술의 큰 변화가 현재 발생하고 있는 hot topic 임. 네트워크 장비의 핵심인 라우팅을 다룬다는 점에서 가격 대비 성능을 높일 수 있는 핵심 분야로 많은 관심을 기울여야한다고 판단됨

- GMPLS 기반 이더넷 제어 기술은 IETF와 IEEE802가 공동으로 협력하고 추진하는 주제여서 양쪽 기관의 심의를 존중해야 하는 경제영역의 주제여서 관심이 분산되고 진척의 어려움이 있는 주제임. 이 분야는 단대단으로 GMPLS의 신호를 이용하려는 IETF의 의지에 힘입어 신설되는 메트로망 혹은 백본망에서 GMPLS가 시장에 안착될 가능성은 높음. 이 표준은 자체적인 필요에 의해서 개발되기보다는 GMPLS를 모든 형태의 망에서 구동하기 위한 lineup의 한 개 단위로서 디자인되고 있기 때문에 지금은 시장의 성숙도가 미숙하며 필요성도 상대적으로 적은 단계임. 따라서, 지금은 기술확보 차원에서의 표준화 참여하다가 향후에 보급을 위한 대중화로 전환하여야 함

- MPLS-TP 기술: ETRI에서는 2009년부터 IPR 확보 및 표준 추진을 위해 MPLS-TP 기술에 대한 연구가 진행 중임

- 이더넷 망 동기 기술: 국내 통신 환경에 맞는 network impalement model 개발하여 표준화함

#### • 이더넷 고속화 기술 분야

- 한국이더넷포럼, TTA 이더넷 PG, TTA 광전송 PG을 통해 이더넷 관련 국내 표준안 개발을 추진해 왔으며, 2009년부터 40G/100G 이더넷 및 광전송에 대한 국내 표준안 개발을 추진하고 있음

#### • 이더넷 전력 기술 분야

- 에너지 효율 이더넷 기술은 전력소모 절감기술로서, 친환경 IT 기술로도 활용될 수 있음

- 국제 표준화는 완성 단계에 있으며, 전력 소모를 줄이는 고유의 방법을 갖는 그린 이더넷을 내세운 시제품도 해외에서 개발 중임

- 국제 표준 동향 및 주요 기술을 분석하고 국내 표준을 제정하여, 국내 산업체가 장비 개발에 활용할 수 있도록 주요 기술을 보급할 필요가 있음



#### • 미래 이더넷 기술 분야

- 기존 외국의 선진 기술인 IP 중심의 네트워크 표준화에서 이더넷 TV, I2 이동성 및 핸드오버, 이더넷 기반 가상화, 이동성, 방송 서비스 기술의 국내 표준화가 진행되어야 함
- 삼성과 KT를 중심으로 Wibro 전용의 이동성 관리 프로토콜의 필요성을 제기함

#### • 산업 이더넷 기술 분야

- L1기반 산업용 이더넷 기술 중 EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology)의 국제표준인 IEC61158에 대한 국내표준이 제정되어 있음
- L2 기반 산업용 이더넷 기술에 대한 국제표준이 없는 이유로 국내 표준도 없음. 이것은 기회요인으로 하여 새로운 de factor 표준화를 중점 추진하고 이의 국내표준화를 진행해야 함
- 관련된 기술은 조선, 국방, 항공, 로봇 등의 제어기기 연결용으로 사용되며 그 시장규모도 폭증하고 있으므로 국내 고유 표준의 개발이 시급함

### 2.3.2. 국외 표준화 현황 및 전망

#### • AV 브리징 기술 분야

- 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술: 스튜디오급 오디오 전송기술인 CobraNet, EtherSound 기술이 있으며, 이의 표준화는 해당 기술 소유 회사의 수익창출을 위해 국제표준화는 진행하지 않음. 이외에 IEEE802.1av에 의한 표준화는 진행이 더딤. 따라서 제조사별 고유 기술을 채용한 제품을 생산하고 각 기술별로 alliance를 추진하여 de factor 표준을 추구하고 있음
- 이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술: 기존 광 전송기반의 SMPTE와 같은 무압축 HDTV급 영상장비 연결용 표준이 있으며, Ultra HDTV급 영상데이터의 실시간 전송기술에 관련된 표준 개발이 요구되고 있으며 이는 기존 SMPTE기반 전송방식을 대체할 것임
- AV망 제어 기술: 업계 고유의 대역할당 기법과 제어기법이 사용됨. IEEE802.1av 브리징 기술의 지원을 위한 Stream Reservation Protocol(SRP)의 표준이 완료됨. 또한 타임동기기술의 표준화도 진행 중이며 이것은 다양한 분야에 활용될 것임

- LAN/MAN 표준화는 IEEE802 LAN/MAN 표준위원회를 중심으로 추진해 왔고, 이들 그룹 중에서도 주로 802.1 Internetworking 및 802.3 Ethernet 워킹그룹 등이 우선분야의 표준화를 주도하고 있음. 또한 ITU-T SG15 Optical and other Transport Infrastructure 그룹에서도 네트워크 사업자에게 이더넷을 적용하기 위한 표준화를 진행 중임

#### • 데이터 센터 브리징 기술 분야

- 데이터 센터 브리징 기술은 향후 설치되는 데이터 센터의 모든 브리지에 적용하려는 기본 기능으로서, IEEE802.1 워킹 그룹에서 표준 개발을 진행하고 있으며, 표준이 완성되면 별도의 표준을 제정하지 않고 이더넷 브리지 표준인 IEEE 802.1Q의 추가항목(amendment)으로 제정될 것임. 표준 개발 중인 802.1Qau CN은 2009년 11월 Sponsor ballot, 802.1Qaz ETS 및 Qbb PFC는 2010년 7월 Sponsor ballot을 목표로 하고 있으나, ETS 및 PFC의 표준 초안 작성이 지연되고 있으므로 이들 주요 기술에 대한 IPR 확보 및 국제 표준 반영이 필요함

#### • 캐리어급 이더넷 분야

- IEEE 802.1에서는 프로바이더 백본 브리지에 대한 표준화가 2009년 완료되었음
- MEF에서는 SLA 기반의 이더넷 서비스를 제공하기 위해 E-LINE, E-LAN 및 E-TREE 서비스에 대한 정의 및 속성 파라미터를 규정하였음
- ITU-T에서는 점대점 이더넷 연결에 대한 OAM 및 선형 보호 절체 방식 국제 표준을 제정하였고, 현재 선형 보호 절체 방식의 표준에 대한 개정 작업을 진행 중이며, 링 보호 절체에 대한 국제 표준화도 진행 중임. 링 보호절체 기술에 대한 표준은

ETRI(KAIST 공동), Nortel, NSN, NTT 등에서 주도하고 있음

- ITU-T에서는 이더넷 망 요소의 관리를 위한 management information에 관한 표준화 작업을 G.8052를 통하여 진행하고 있으며, 링 보호절체의 관리를 G.8052 포함하는 작업을 향후 진행할 계획을 가지고 있음
- PBB-TE 기술: 2009년 6월 IEEE 802.1Qay PBB-TE 표준이 승인되었고, 현재는 세그먼트 단위의 프로텍션 메커니즘을 표준에 추가하기 위한 PAR가 준비중임. ITU-T SG15에서는 PBB-TE의 APS를 사용하지 않는 1:1 프로텍션 메커니즘을 포함하기 위해 G.8031 이더넷 선형 프로텍션 스위칭 권고안 개정을 준비 중임
- 최단 경로 브리징 기술: IEEE802.1aq에서는 랜보다 훨씬 규모가 큰 PBN 혹은 PBBN에서 최단경로 트리를 구성하고 스테이션의 위치를 파악하여 unicast와 multicast 형식의 사용자 프레임을 최단경로로 전송하는 라우팅 기법인 SPB를 개발하고 있음. SPB는 사용되는 네트워크이 프로바이더 망(Provider Backbone Networks : PBN) 혹은 프로바이더 백본망(PBBN) 인가에 따라서 SPB와 SPBB(Shortest Path Backbone Bridging)로 세분됨. SPBB는 Nortel에서 주도한 제어평면에서의 기능을 추가한 Provider Link State Bridging을 근본으로 표준화가 이루어지고 있으며, IEEE802.1aq는 현재 multicast source tree 인식과 SPVID 할당, 경로계산에 소요되는 수렴시간 계산 등의 기능 개선에 주력하고 있음. IEEE802.1aq에서는 랜보다 훨씬 규모가 큰 PBN 혹은 PBBN에서 최단경로 트리를 구성하고 스테이션의 위치를 파악하여 unicast와 multicast 형식의 사용자 프레임을 최단경로로 전송하는 라우팅 기법인 SPB를 개발하고 있음. SPB는 사용되는 네트워크이 프로바이더 망(Provider Backbone Networks : PBN) 혹은 프로바이더 백본망(PBBN)인가에 따라서 SPB와 SPBB(Shortest Path Backbone Bridging)로 세분됨. SPBB는 Nortel에서 주도한 제어평면에서의 기능을 추가한 Provider Link State Bridging을 근본으로 표준화가 이루어지고 있으며, IEEE802.1aq는 현재 multicast source tree 인식과 SPVID 할당, 경로계산에 소요되는 수렴시간 계산 등의 기능 개선에 주력하고 있음
- GMPLS 기반 이더넷 제어 기술: IETF 산하 CCAMP는 MPLS 기술을 널리 쓰이는 광링크와 패킷중계에 모두 적용하기 위해서 2003년부터 GMPLS를 제정하였으며, GMPLS는 초기에는 WDM기술이 적용된 광링크 장치를 주대상으로 하다가 2000년 중반에 들어서서는 한 적용 영역에 불과했던 Ethernet이 메트로와 백본으로 범위가 확장되자 Ethernet의 입장이 많이 고려된 표준을 제정하기 시작하였음. IETF는 현재 GMPLS 기반 이더넷 제어 기술 중 가장 중심이 되는 "GMPLS Ethernet Label Switching Architecture and Framework"를 포함한 7개의 internet draft를 리뷰하고 있으나 아직 rfc로 완성된 문서는 없음. 이는 GMPLS 기반 이더넷 제어 기술이 IEEE의 주요 표준을 준수하면서 관련기관의 협조와 함께 리뷰를 진행하여서 진행속도가 낮기 때문임
- MPLS-TP 기술: IETF와 ITU-T가 공동으로 작성한 전송 프로파일을 위한 MPLS 구조 분석 보고서와 MPLS-TP OAM을 위한 G-Ach (Generic Associated Channel) 규정이 각각 RFC5317과 RFC5586으로 승인되었고, 2009년 7월 현재 요구사항, 프레임워크, G-Ach, 프로텍션, OAM, 제어 평면, 망 관리 분야에 대한 인터넷 드래프트 41편에 대한 표준화가 진행 중임
- 이더넷 망 동기 기술: IEEE-1588에서는 Precision Time Protocol을 정의하여 빌딩이나 공장에서 사용할 목적으로 sub-microsecond의 정확성을 가진 것으로 IEEE에서 2002년에 정의 하였으나 Telecom 목적으로 version2가 정의되어 지금까지 사용중에 있음. NTP는 IETF에서 RFC 1305를 통해 컴퓨터의 clock을 동기화하기 위해 정의함. ITU G.8261에서는 Circuit Emulation에서의 clock 동기화과 Ethernet 동기화에 대해 정의함. IEEE 802.1AS에서는 IEEE 1588v2를 기반으로 Audio/video application을 목적으로 추가 기능을 정의함. IEEE 802.3TSSG에는 Semtech, Broadcom, Cisco등이 참여한 가운데 IEEE1588v2의 정확도를 높이기 위해 PHY level에서 time stamp하는 방안에 대해 논의 진행 중

#### • 이더넷 고속화 기술 분야

- IEEE 802는 2006년 7월 IEEE 802 플레너리 회의에서 CFI를 통해 스터디 그룹을 결성, 2007년 12월 IEEE 802 정식 프로젝트 인준을 위한 PAR가 통과되어 802.3ba 프로젝트로 추진되고 있으며, 2010년 표준화 완료를 목표로 Draft 2.x 작업을 진행하고 있음
- ITU-T SG15는 2007년 3월 OTN에 관한 권고안 G.709를 다음 단계로 확장하기로 의결하고, 100 Gbps Ethernet 신호를

수용할 수 있는 OTU4/ODU4의 규격을 준비하고 있음

- OIF는 2007년 4월 옵티컬 모듈과 프레임러간에 40Gbps~100Gbps 이상의 라인 속도를 지원할 있는 스케일러블 인터페이스를 정의하기 위한 SFI-X 제안을 승인하여 SFI-S(Scalable SERDES to Framer Interface) 정식 프로젝트 명칭으로 표준화를 추진하고 있음

• 이더넷 전력 기술 분야

- 에너지 효율 이더넷 기술은 2007년 1월에 EEE task force가 조직되어 PHY에서의 전력절감에 대한 표준화가 진행 중임. 2009년 7월 Plenary 회의에서 워킹 그룹 ballot 및 D2.0을 작성, 2009년 9월에 Last Technical Change, 2010년 1월 스폰서 ballot 및 D3.0 작성, 2010년 9월에 표준 제정 완료 예정임

• 산업 이더넷 기술 분야

- L1기반 산업용 이더넷 기술은 EtherPowerLink(EPL), EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology)이 있으며 특별히 EtherCAT은 IEC61158로 표준이 되었음
- L2 기반 산업용 이더넷 기술은 PROFINET, EthernetIP 및 AFDX가 있으며, AFDX는 ARINC664 표준임. 하지만 그 외의 기술은 각 기술별로 alliance를 통한 de facto 표준을 추구하여 수익을 극대화하는 폐쇄성을 가지고 있음. 이러한 폐쇄성은 제조회사의 수익창출 목적임. 따라서 국내 고유의 기술의 개발과 국내표준화, 그리고 산업계에서의 채용을 통한 새로운 de facto표준화를 중점 추진해야 함

• 미래 이더넷 기술 분야(최진식, 표준화 대상 항목별 작성)

- Ethernet over Optic은 외국 OIF 포럼에서 개발되었음
- GMPLS over Ethernet은 IETF 중심으로 표준화 되고 있음
- GMPLS over Ethernet Label Switching (GELS) 기술은 유럽을 중심으로 표준화 되고 있음
- L2 기반의 Mobile Ethernet기술이 일본에서 개발되었음
- 국제적인 L2 기반의 이동성 지원기술은 일부 IEEE802.21에서 표준화되어 있음
- 앞으로 802.11, 3에서도 이더넷 기반 가상화, 방송 서비스, 끊임없는 고속 이동성 지원기술에 대한 표준화 시도가 예상됨

## 2.4. 표준화 항목별 현황 요약

구 분			AV 스트림 전달용 이더넷 기술		
표준화 대상항목			이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술	이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술	AV망 제어기술
시장현황 및 전망	국 내	- 스튜디오급 무압축 AV스트림 전송기술은 현재 방송장비간 연결방식으로 사용되고 있는 광 케이블 기반의 SMPTE 전송기술을 저렴한 이더넷 기반 으로 대체할 수 있어 국내 방송장비 시장 활성화가 예상됨			
	국 외	- Audio Over Ethernet 기술의 시장규모는 08년 \$30억이며, 매년 2배씩 증가되고 있음			
기술개발 현황 및 전망	국 내	- 삼성전자 및 한국항공공대에서 L1 및 L2 기능을 결합시킨 새로운 기술을 제안하고 이의 특허출원 및 시제품을 개발하고 있음. 현재는 무압축 오디오 와 데이터의 병행전송기능을 개발하고 있으며 이의 동작 검증 후 비디오 전송기능도 제공할 수 있도록 계획함			
	국 외	- AV 스트림 전달용 이더넷 기술 중 스튜디오급 오디오 전송기술인 CobraNet, EtherSound 기술이 각각 Cirrus Logic과 Digigram사에 의해 출시되어 많은 음향기기 제조회사들이 자사의 제품에 채용하고 있음. 또한 HDTV급 영상장비 연결용 표준으로 광 전송방식의 SMPTE가 있지만 이더넷기반 의 제품이 요구되고 있음. 이들은 모두 국제표준이 아니므로 이것을 기호요인으로 하여 새로운 방식의 제안 및 표준화를 통한 기술 역전이 요구됨			
기술 개발 수준	국 내	설계	기획	기획	
	국 외	상용화	기획	상용화	
	기술격차	-3년	-1년	-3년	
IPR 보유현황	국 내	관련 특허 10건	없음	관련 특허 3건	
	국 외	다수	N/A	N/A	
IPR확보 가능분야			데이터 혼합전송방식	데이터 혼합전송방식	MTU설정 및 Legacy장비와의 호환성 제공 분야
IPR확보 가능성			높음	높음	높음
표준화 현황 및 전망	국 내	- 리피터와 브리지 기능이 결합된 새로운 싸이클 기반의 무압축 오디오 및 데이터 혼용 전송 기술의 국내 독자 개발이 진행되고 있으며 산업계에서 도 이의 활용을 적극 추진중에 있음. 이에 관련 기술의 국내 표준화 추진이 필요함 - 10GbE급의 전송수단에 무압축 HDTV 및 Ultra HDTV급 영상데이터의 실시간 전송기술에 관련된 표준 개발이 시급함. 이는 기존 SMPTE기반 전송 방식을 대체할 것임			
	국 제	- 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송기술: 스튜디오급 오디오 전송기술인 CobraNet, EtherSound 기술이 있으며, 이의 표준화는 해당 기술 소유 회사의 수익창출을 위해 국제표준화는 진행하지 않음. 이외에 IEEE802.1av에 의한 표준화는 진행이 더딤. 따라서 제조사별 고유 기술을 채용한 제 품을 생산하고 각 기술별로 alliance를 추진하여 de factor 표준을 추구하고 있음 - 이더넷 기반 스튜디오급 비디오 전송기술: 기존 광 전송기반의 SMPTE와 같은 무압축 HDTV급 영상장비 연결용 표준이 있으며, Ultra HDTV급 영 상데이터의 실시간 전송기술에 관련된 표준 개발이 요구되고 있으며 이는 기존 SMPTE기반 전송방식을 대체할 것임 - AV망 제어 기술: 업계 고유의 대역할당 기법과 제어기법이 사용됨. IEEE802.1av 브리징 기술의 지원을 위한 Stream Reservation Protocol(SRP)의 표준이 완료됨. 또한 타임 동기기술의 표준화도 진행 중이며 이것은 다양한 분야에 활용될 것임			
	표준화격차	-2년	-2년	-2년	
표준화 수준	국 내	기획	기획	기획 + 제/개정(SRP)	
	국 제	개발/검토(IEEE802.1av) 제개정(기타 상용표준)	SMPTE규격(제/개정) HDMI 1.4규격(최종검토)	IEEE802.1 SRP (제/개정) 기타 : 기획	
표준화 기구/ 단체	국 내	포럼, TTA	포럼	포럼, TTA	
	국 제	IEEE802.1	IEEE802.1, SMPTE	IEEE802.1	
	국내참여 업체기관	삼성전자, 한국항공공대	삼성전자, 한국항공공대	삼성전자	
	국내기여도	높음	높음	높음	
국내표준화 인프라수준			높음	높음	
개발 주체	표준개발	포럼, TTA	포럼	포럼, TTA	
	기술개발	산업체, 학계	산업체, 학계	산업체, 학계	

구 분		데이터 센터 브리징 기술		
표준화 대상항목		과부하 공지 기술 (CN)	개선된 전송선택 기술 (ETS)	우선순위 기반 흐름제어 기술 (PFC)
시장현황 및 전망	국 내	- 데이터 센터 이더넷 스위치, 서버 등은 시스코, HP 등의 제품으로 주로 구성되어 있으나, 국내 데이터 센터 이더넷 장비 산업의 투자가 일어나면 국 산 장비 시장 규모가 증가할 것으로 예상 함		
	국 외	- 데이터 스토리지, 클러스터링, 백플레인 스위치 패브릭 시장이 해마다 증가하고 있음		
기술개발 현황 및 전망	국 내	- ETRI, 송실대에서 개발 동향을 파악하는 수준임		
	국 외	- 시스코, IBM 등에서 데이터 센터 브리징 기술을 개발 중임 - 브로드콤 사에서 데이터센터 브리징 표준을 적용하는 칩 개발을 기획 중임		
기술 개발 수준	국 내	기획	기획	기획
	국 외	설계	기획	기획
	기술격차	-1년	-1년	-1년
IPR 보유현황	국 내	없음	없음	없음
	국 외	다수	N/A	없음
IPR확보 가능분야		데이터 플로우 폭주 관리	트래픽 클래스별 폭주 제어	Pause 기반 사용자 우선순위 폭주 제어
IPR확보 가능성		보통	보통	보통
표준화 현황 및 전망	국 내	현재 국내에서는 구체적인 표준화 활동이 없으며, ETRI 및 학계에서 표준 동향을 분석하는 수준임		
	국 제	IEEE802,1 Data Center TG에서 802,1Qau CN, 802,1Qaz ETS, 802,1Qbb PFC 표준화 진행중		
	표준화격차	-3	-2	-2
표준화 수준	국 내	기획	기획	기획
	국 제	개발	개발	개발
표준화 기구/ 단체	국 내	TTA	TTA	TTA
	국 제	IEEE802,1	IEEE802,1	IEEE802,1
	국내참여 업체기관	ETRI, 송실대	ETRI, 송실대	ETRI, 송실대
	국내기여도	보통	보통	낮음
국내표준화 인프라수준		보통	보통	보통
개발 주체	표준개발	포럼, TTA	포럼, TTA	포럼, TTA
	기술개발	산업체, 연구소	산업체, 연구소	산업체, 연구소

구 분		캐리어 이더넷 기술		
표준화 대상항목		이더넷 OAM	PBB-TE 기술	최단경로 브리징 기술
시장현황 및 전망	국 내	- PBB-TE: 망 사업자들의 SONET/SDH 장비 교체 수요에 따라 앞으로 큰 규모의 시장이 형성될 것으로 예측됨 - SPB: 표준화가 성숙되기를 간망하고 있음 - 캐리어 이더넷 기술 기반의 망에 대한 관심이 많으나, 시장에서의 요구가 일부 가시화 되고 있음		
	국 외	- PBB-TE: 망 사업자들의 SONET/SDH 장비 교체 수요에 따라 앞으로 큰 규모의 시장이 형성될 것으로 예측됨 - SPB: 현재 Nortel이 제안한 PLSB를 표준화가 종료되면 백본망에서 사용될 예정이므로 큰 시장이 형성됨 - 캐리어 이더넷 기술 기반 망을 운영하기 위한 준비를 진행 중에 있음		
기술개발 현황 및 전망	국 내	PBB-TE: - ETRI에서 PBB-TE 기반의 패킷-광 통합 시스템을 개발중 - Actus Networks에서 PBB-TE 기능을 이더넷 디마케이션 장비에 구현함 - 일부 장비 업체에서 캐리어 이더넷 기술 기반의 장비 개발이 시작 단계에 있으며, 이더넷 OAM 및 선형/링 보호 절체 기술에 대한 기술 개발 중에 있으나, 대부분의 장비 업체는 개발 계획 중에 있음		
	국 외	PBB-TE: - Nortel, Extreme, Ethos, Ciena 등에서 PBB-TE 기능을 포함하는 장비를 개발함 - OIF 2009 Worldwide Interoperability Demonstration에서 Ethos 및 Ciena 장비를 사용하여 PBB-TE 망을 시연함 SPB: - 2007년 Nortel 주도로 LAN관련 기업끼리의 연합체인 "Carrier Ethernet Ecosystem"을 만들고 협업함 - 2008년 Nortel은 PLSB의 포토타입을 만들어서 시연함 - 대부분의 장비 업체에서 캐리어 이더넷 기술 기반의 장비 개발을 진행 중에 있으며, 이더넷 OAM 및 선형/링 보호 절체 기술에 대한 기술 개발 중에 있음		
기술 개발 수준	국 내	설계	대용량 시스템 구현 단계	소용량 시스템 상용화 단계
	국 외	시제품/프로토타입	상용화 단계	기획 / 설계
	기술격차	-0.5년	-0.5년	-1.5년
IPR 보유현황	국 내	다수 보유 및 출원중	일부 보유	관련 특허 1건 출원중
	국 외	다수 보유	다수 보유	다수 보유
IPR확보 가능분야		이더넷 링 보호 절체 기술	PBB-TE 경로 제어 분야	PBB-TE OAM 및 프로텍션 분야
IPR확보 가능성		높음	높음	보통
표준화 현황 및 전망	국 내	표준 기획 단계		
	국 제	- ITU-T G.8032 ERPv2 표준 진행이며, 2009년 10월 승인 예정 - 2009년 6월 IEEE802.1 Qay PBB-TE 표준 승인 - 최단경로 브리징 표준화는 현재 Nortel이 제안한 PLSB를 중심으로 진행중임		
	표준화격차	-0.5년	-0.5년	-1.5년
표준화 수준	국 내	표준 기획 /개발검토	표준 기획 단계	표준 기획 / 승인
	국 제	표준개발/검토	표준 제정 단계	표준개발/검토
표준화 기구/ 단체	국 내	TTA	TTA	TTA
	국 제	ITU-T, IEEE 802.1	IEEE 802.1	IEEE 802.1
	국내참여 업체기관	ETRI, KAIST, Actus Networks	ETRI	없음
	국내기여도	매우 높음	보통	보통
국내표준화 인프라수준		높음	높음	보통
개발 주체	표준개발	포럼, TTA	포럼, TTA	포럼, TTA
	기술개발	연구소, 산업체	연구소, 산업체	학계



구 분		캐리어 이더넷 기술		
표준화 대상항목		GMPLS 기반 이더넷 제어기술	MPLS-TP 기술	이더넷 망 동기 기술
시장현황 및 전망	국 내	- MPLS-TP는 망 사업자들의 SONET/SDH 장비 교체 수요에 따라 앞으로 큰 규모의 시장이 형성될 것으로 예측됨 - 이더넷 망 동기는 Wibro망을 중심으로 IEEE1588v2의 적용의 타당성을 검토중임		
	국 외	- 망 사업자들의 SONET/SDH 장비 교체 수요에 따라 앞으로 큰 규모의 시장이 형성될 것으로 예측됨 - 이더넷 망 동기는 많은 무선 서비스 사업자가 GPS나 SONET/SDH/PDH를 대신해서 CAPEX가 낮은 IEEE 1588 나 Ether Sync를 무선 backhaul 망에서 적용하려 하고 있음		
기술개발 현황 및 전망	국 내	- MPLS-TP는 기술 분석 단계이며, ETRI에서 MPLS-TP 기반의 패킷-광 통합 시스템을 기획중 - 이더넷 망 동기는 해외 상용 칩을 시스템에 적용하여 사용화를 위한 시험을 진행하는 단계임		
	국 외	MPLS-TP : - Alcatel-Lucent, Cisco, Huawei, Ericsson, NEC 등에서 MPLS의 포워딩 기능을 사용하여 MPLS-TP의 feasibility를 검증함 - OIF 2009 Worldwide Interoperability Demonstration에서 NEC, Alcatel-Lucent, Ericsson 장비를 사용하여 MPLS-TP (MPLS PW) 망을 시연함 - MPLS-TP의 LSP 경로 제어, OAM, 프로텍션 등 주요 기능 표준화가 완료되지 않아 진정한 의미의 MPLS-TP 기술 개발은 이루어지지 않음 이더넷 망 동기: - IEEE 1588v2 관련 chip이 사용화 되어 장비에 탑재 되고 있으며 많은 switch 및 CPU/NP 등에서 time stamp를 하드웨어에서 처리해 주는 경향임. Ether Sync를 지원하는 Ethernet PHY가 상용화 됨. 그러나 IEEE1588v2는 상용화하기에는 아직 정확도 면에서 무선사업자의 기대치를 만족시키지 못하고 있음		
기술 개발 수준	국 내	기획	기획, 설계	기획
	국 외	기획	설계, 시제품/프로토타입	기획
	기술격차	- 1년	-0.5년	-2년
IPR 보유현황	국 내	없음	없음	없음
	국 외	N/A	N/A	N/A
IPR확보 가능분야		PBB 연결설정 제어 기술	MPLS-TP 경로 제어 분야 MPLS-TP OAM 및 프로텍션 분야	PHY 단에서의 Time stamp로 1588의 정확도 높이는 방안
IPR확보 가능성		보통	높음	보통
표준화 현황 및 전망	국 내	- 현재까지 표준화 계획 없음.		
	국 제	- MPLS-TP는 IETF에서 RFC5317과 RFC5586이 승인되었고, 현재 32편의 인터넷 드래프트에 대한 표준화가 진행 중 - 이더넷 망동기는 IEEE 1588v2 완료, ITU G.8261 완료, IEEE 802.1AS Draft 4.0, NTP V4, IEEE 802.3 TSSG 진행중		
	표준화격차	-0.5년	-0.5년	-2년
표준화 수준	국 내	기획	기획	기획
	국 제	개발/검토	개발/검토	기획
표준화 기구/ 단체	국 내	TTA	TTA	TTA
	국 제	IETF	IETF	IEEE 802.1AS IEEE 802.3TSSG
	국내참여 업체기관	없음	ETRI	ETRI, KAIST, Actus
	국내기여도	보통	높음	보통
국내표준화 인프라수준		낮음	보통	보통
개발 주체	표준개발	TTA	TTA	TTA
	기술개발	ETRI, 학계	연구소, 산업체	산업체, 연구소, 학계

구 분		이더넷 고속화 기술	이더넷 전력 기술	산업용 이더넷 기술	
표준화 대상항목		40G/100G 이더넷 기술	에너지 효율 이더넷 기술	L1 기반 산업용 이더넷 기술	L2 기반 산업용 이더넷 기술
시장현황 및 전망	국 내	- 트래픽이 집중되고 있는 일부 IDC/Enterprise에 먼저 적용될 것으로 예상됨	- 친환경 IT 기술로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 모든 이더넷 단말에 장착될 수 있어 경제적인 파급효과가 높음	- 활용분야의 시장인 국내 산업자동화 시장은 63억불이며 매출증가율은 4%대임	
	국 외	- 트래픽이 집중되고 있는 일부 IDC/Enterprise에 먼저 적용될 것으로 예상됨	- NIST Smart Grid와 같은 에너지 절약 등과 같은 정책의 영향으로 시장 활성화 예상	- 산업용 이더넷 시장규모는 2008년에 450만대 규모이며 2009년에는 670만대 규모로써 매년 2배씩 증가되고 있음	
기술개발 현황 및 전망	국 내	- 100G급 MAC/PHY/ Optical Module 개발 진행	- 표준화 동향을 분석하는 수준임	- 지멘스 등의 PROFINET기술을 이용한 제품생산에 주력하고 있음 - KETI에서 항공용 AFDX 단일카드 개발 진행중	
	국 외	- Optical Module(Finisar외), PHY Chipse(Broadcom외), System(Force10외) 등을 개발 진행	- LBNL, Teranetics, 시스코, Broadcom, GraCasi, Avago 사에서 물리계층에서의 전력 절감 기술을 연구 개발하고 있음		
기술개발 수준	국 내	기획	기획	기획	기획
	국 외	구현/시제품	시제품/프로토타입	상용화	상용화
	기술격차	-2년	-2년	-5년	-5년
IPR 보유현황	국 내	없음	없음	없음	AFDX관련 특허2건
	국 외	Cisco, Finisar, Force10외 다수	LBNL, Broadcom 다수	다수	다수
IPR확보 가능분야		OTU4/ODU4	전력절감 방식에 대한 구현 핵심기술	L1과 L2의 특성을 취합한 새로운 방식의 표준화 추진	
IPR확보 가능성		높음	보통	높음	
표준화 현황 및 전망	국 내	- 이더넷 PG 2009년 40G/100G 표준안 개발 시작	국제표준 동향 분석, 국내 표준 적용 검토 및 제정	IEC61158의 국내표준이 있음.	현재는 없지만 새로운 방식에 대한 국내표준화 필요
	국 제	- IEEE 802.3ba Draft 2.x 단계	2009년 8월 WG Ballot, 2010년 9월 표준 제정	EtherCAT방식의 IEC61158표준이 있음. 그 외는 상용 표준임.	ARINC 664 AFDX 표준이 있음. 그외는 모두 상용중임.
	표준화격차	-1년	-2년	-3년	-3년
표준화 수준	국 내	기획 / 승인	기획	기획	기획
	국 제	개발/검토	개발/검토	제/개정	제/개정
표준화 기구/ 단체	국 내	TTA 이더넷 PG, 광전송 PG 한국이더넷포럼	TTA, 포럼	기술표준원	기술표준원
	국 제	IEEE 802.3ba / ITU-T SG15 / OIF	IEEE802.3	IEC	ARINC
	국내참여 업체/기관	ETRI, KAIST	없음	LS산전	LS산전
	국내기여도	보통	높음	낮음	낮음
국내표준화의 인프라수준		중간	보통	낮음	낮음
개발주체	표준개발	TTA, 포럼	TTA, 포럼	TTA, 포럼	TTA, 포럼
	기술개발	산업체, 연구소	산업체, 연구소	산업체, 학계	산업체, 학계

구 분		미래 이더넷 기술			
표준화 대상항목		이더넷 가상화 기술	L2 이동성 기술	L2 핸드오버 기술	L2 멀티캐스팅 기술
시장현황 및 전망	국 내	- 미래 네트워크의 대안으로 부각 될 경우 새로운 시장이 열릴 가 능성이 있음	- wibro나 wimax 기술을 이용한 시장이 열리는 중	- wibro나 wimax 기술을 이용한 시장이 열리는 중	- 아직 연구 중으로 IPTV의 시장 이 불확실할 경우 대안으로 사 용될 수 있음
	국 외	- 미래 네트워크의 대안으로 부각 될 경우 새로운 시장이 열릴 가 능성이 있음	- wibro나 wimax 기술을 이용한 시장이 열리는 중	- wibro나 wimax 기술을 이용한 시장이 열리는 중	- 일부 업체에서 이미 이더넷 TV 제품을 통해 시장을 열고 있음
기술개발 현황 및 전망	국 내	- 한양대를 중심으로 활발한 연구 중임	- Cellular Ethernet 등이 제안됨	- KT나 SKT, LGT를 중심으로 Mobile IP의 대안이 될 L2 핸드오버 기술을 강구하고 있음	- 한양대를 중심으로 활발한 연구 중임
	국 외	- GMPLS over Ethernet, GELS 등이 표준화 중임	- Mobile Ethernet 등이 제안됨. MIH가 IEEE에서 표준화됨	- 고속 L2 handover 기술 등이 MIP 기술의 보완 형식으로만 개발됨	- 일부 Ethernet TV가 상용화를 위한 준비 중
기술개발 수준	국 내	없음	없음	없음	- 구체적인 기술 논의가 이루어지지 않은 상태임
	국 외	없음	기획	기획	- 구체적인 기술 논의가 이루어지지 않은 상태임
	기술격차	-3년	-3년	-3년	-3년
IPR 보유현황	국 내	없음	없음	없음	없음
	국 외	다수	다수	다수	다수
IPR확보 가능분야		인터넷망, 전화망, TV 망 등이 이더넷을 통한 가상화	와이브로 전용의 이동성	고속 L2 핸드오버	이더넷 멀티캐스트, 서비스 인종 및 방송 채널 설정
IPR확보 가능성		보통	보통	보통	보통
표준화 현황 및 전망	국 내	없음	없음	없음	없음
	국 제	각 항목별로 표준화가 일부 존재: GMPLS over Ethernet 표준완료 (IETF)	IEEE MIH 표준 완료	IEEE MIH 표준 완료	IEEE에서 기술별 표준화가 진행중임. 멀티캐스트 연결설정, 대역예약
	표준화격차	- 3년	- 5년	- 5년	- 3년
표준화 수준	국 내	없음	없음	없음	없음
	국 제	기획	기획	기획	기획
표준화 기구/ 단체	국 내	TTA	TTA	TTA	TTA
	국 제	IETF, IEEE NGSON, ITU-T	IETF, IEEE NGSON	IETF, IEEE NGSON	IETF, IEEE NGSON
	국내 참여 업체/기관	KT, ETRI	KT, ETRI	KT, ETRI	KT, ETRI
	국내 기여도	낮음	낮음	낮음	낮음
국내표준화의 인프리스준		낮음	낮음	낮음	낮음
개발주체	표준개발	TTA, 한국이더넷포럼	포럼	포럼	포럼
	기술개발	산업체, 연구소	산업체, 학계	산업체, 학계	산업체, 학계

### 3. 표준화 추진전략

#### 3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

##### 3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- AV스트림 전달용 이더넷 기술은 대부분의 상용제품이 국제표준을 추구하지 않아 참고할 자료가 없지만 이것은 곧 기회이기도 함
- 데이터 센터 브리징 기술은 3 개의 표준화 항목이 있으며, 각 표준화 항목은 각기 다른 개발 일정으로 진행하고 있음. 과부하 공지 기술은 2010년 표준 제정을 목표로 하고 있어, 초안이 거의 완성 단계에 있으므로 국제 표준화 참여가 어려우며, 개선된 전송 선택 기술 및 우선순위 기반 플로우 제어 기술은 2012년 표준 개발 완성을 목표로 하고 있고, 데이터 센터 브리징 기술은 그런 ICT 정책과 관련하여 데이터 센터의 전력 절감 방식에 적용될 것이므로 핵심 기술을 개발하여 국제 표준에 적용할 필요가 있으나 국내 제반 여건상 참여가 어려울 것으로 판단됨
- 캐리어 이더넷 기술은 IEEE 802.1에서는 프로바이더 브리지, 프로바이더 백본 브리지 등과 같이 기존 이더넷 망을 확장하는 측면에서, ITU-T SG15에서는 기존 OTN 네트워크에 이더넷 인터페이스를 정합하는 측면에서의 접근을 시도하고 있으며, IETF에서는 MPLS 기술을 통한 이더넷 인터페이스를 정합하는 측면에서의 접근을 시도하고 있어 어떤 기술을 기술적 기반으로 할 것인가는 표준화를 추진하는데 있어 결정해야 할 사항임. 특히 MPLS-TP 기술은 IETF의 MPLS 기술을 최대한 재사용하여 표준을 개발하자는 입장과 ITU-T에서 잘 정의된 패킷 전달망에서의 OAM, 프로텍션 등을 기반으로 하자는 주장이 양립하는 상황임
- 40G/100G 이더넷 시장이 국내외적으로 아직 태동기 단계이고, 국내의 제반 여건상 40G/100G 이더넷 관련 국제 표준화 활동이 매우 저조한 실정임. 따라서 IEEE 802.3.ba의 40G/100G 이더넷과 ITU OTU3/OTU4 중 어느 부분에 국내의 표준화 역량을 집중해야 할 것인가를 전략적으로 결정해야 할 것임
- 에너지 효율 이더넷 기술은 2009년 7월 Draft 2.0 초안을 작성하여 WG Ballot를 진행하고 있음. 2010년 9월에 표준화가 완성될 예정이므로, 전력 절감 방식에 관한 핵심 기술 제안은 어려울 것으로 예상되며, 구현 핵심 기술에 대한 IPR 확보를 고려할 필요가 있음
- 산업 이더넷 기술은 대부분의 표준이 TTA가 아닌 지식경제부 기술표준원에서 다루고 있으며 IEEE802보다는 ISO에서 표준화를 진행하고 있어 이더넷 관점에서의 표준화에 대한 거부감이 예상됨
- LAN/MAN 대상 표준화 항목에 대해 국외 주요 산업체에서는 핵심 기술을 연구 개발하고, IPR 확보하며, 국제 표준에 반영하는 등의 표준 활동에 대거 참여하고 있으나, 국내의 경우는 예산과 인력이 부족하며, 산업체에서 해당 기술에 대한 연구 개발 의지가 없어, 국제 표준 선도 및 IPR 확보에 많은 어려움이 예상됨

### 3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

		강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
		시장	기술	시장	기술
국내역량요인		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모바일 백홀 망에 캐리어 이더넷을 적용하려는 시장 동향</li> <li>- CAPEX/OPEX가 유리한 PBB-TE 및 MPLS-TP 기술에 대한 관심 증가</li> <li>- 메트로망 및 코어망을 캐리어 이더넷으로 구성하려는 동향</li> <li>- IPTV 등 고속/고품질 인터넷 서비스 수요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이더넷 스위치, 라우터 개발 경험 보유</li> <li>- 캐리어 이더넷 기술, 이더넷 OAM 및 보호 절체 기술 확보</li> <li>- LAN/MAN 신기술을 적용 및 시험할 수 있는 최고의 네트워크 환경 보유</li> <li>- 이더넷 사운드 기술에 대한 관심 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액세스 장비 일부 시장을 제외하고 대부분의 시장을 국외 대형 업체들이 독점</li> <li>- 국내 네트워크 산업 침체 및 투자 보류</li> <li>- 통신사업자가 적극적인 시설 투자를 하기 위한 수익 모델 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상대적으로 원천 기술, 관련 IPR 보유 현황 미비</li> <li>- 표준화 이전 단계의 선도 핵심 기술 개발 지원 부족</li> <li>- 고부가가치의 장비 개발 기술에 대한 경쟁력이 낮음</li> </ul>
국외환경요인		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 독자 및 변형 기술 표준 개발 중</li> <li>- 국제 표준화에 지속적인 참여와 관련 국내 표준 및 국제표준 개발</li> <li>- 표준 개발을 위한 산학연 표준 개발 체계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표준화 활동을 주도하기 위한 예산 및 인적 자원이 절대적으로 부족</li> <li>- 국내 고유표준 개발 미흡</li> <li>- 유선 LAN/MAN 분야에 대한 국내표준 활동에 산업계 참여 부진</li> </ul>		
기 회 요 인 (O)	시장	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현황분석에 의한 우선순위 : 1</li> <li>- 보유하고 있는 캐리어이더넷 핵심 기술을 활용하여, 회선망과 패킷망 통합에 필요한 패킷전달망 기술을 선택적으로 집중 개발함으로써, 국내 및 세계 시장 선점</li> <li>- 4G 모바일 백홀 망에 패킷전달망 기술 적용</li> <li>- LAN/MAN 확장을 위한 핵심 기술의 연구 결과를 IPR 확보하고, 국제 표준화를 주도함.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현황분석에 의한 우선순위 : 3</li> <li>- 관련 표준화 이슈 발굴 및 표준화 지원 협력 체계 강화</li> <li>- 신규 시장을 중심으로 표준화 및 연구 개발을 선택적으로 집중하여 상대적 기술 격차 극복</li> <li>- 국내 관련 전문가 간의 협력 및 국내 통신사업자 간의 협력 체계 구축</li> <li>- 해외 기초 공동기술 연구 검토</li> </ul>	
	기술				
	표준				
위 협 요 인 (T)	시장	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현황분석에 의한 우선순위 : 2</li> <li>- 국외 업체와의 공동 연구 등으로 상호 협력을 통한 기술 개발 및 시장 진입 추진</li> <li>- 보유중인 핵심 표준 기술을 활용하고, 국제 표준 전문가를 총원하여, 국외 주요 업체와 공조한 표준화 추진</li> <li>- 구축되어 있는 국내 산학연 협력 체계 활성화 및 강화</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현황분석에 의한 우선순위 : 4</li> <li>- 국제 표준화 및 개발 동향을 예의 주시하여 국내 연구 개발 방향 및 시장 적용 방안의 방향 설정</li> <li>- 국제 표준 및 시장 주도 세력과의 전략적 연대를 통한 문제점 극복 및 시장 확대 전략 추진</li> </ul>	
	기술				
	표준				



• 현황분석을 통한 우선순위 : SO→ST→WO→WT

- 현황 분석을 통해 SO, ST, WO, WT 순으로 우선 순위를 도출함
- SO 전략: 국내 기술에 의한 LAN/MAN 기술 개발을 통한 기술력 확보 경험을 활용하여 이더넷 OAM, 망 관리 정보 모델, 4G 모바일 백홀용 망 동기를 포함하는 캐리어 이더넷 기술과 AV스트림 전달용 이더넷 기술 등을 선택적으로 집중 연구 개발하고, IPR 확보 및 국제 표준화 주도를 위하여 전략적 우선순위로 SO가 가장 높음
- 이어서 ST, WO, WT 전략이 고려될 수 있으며, 특히 고부가 가치의 장비 기술 및 원천 기술 확보를 위해 국내 관련 전문가 간의 협력 및 국내 통신 사업자간의 협력 체계 구축이 필요함. 또한, 국내 여건상 부족한 기술에 대하여는 외국의 표준화 및 장비 개발 주력 회사와의 전략적 제휴를 통한 해결로써 위기를 극복하고 기회로 활용할 수 있도록 하는 전략이 필요함

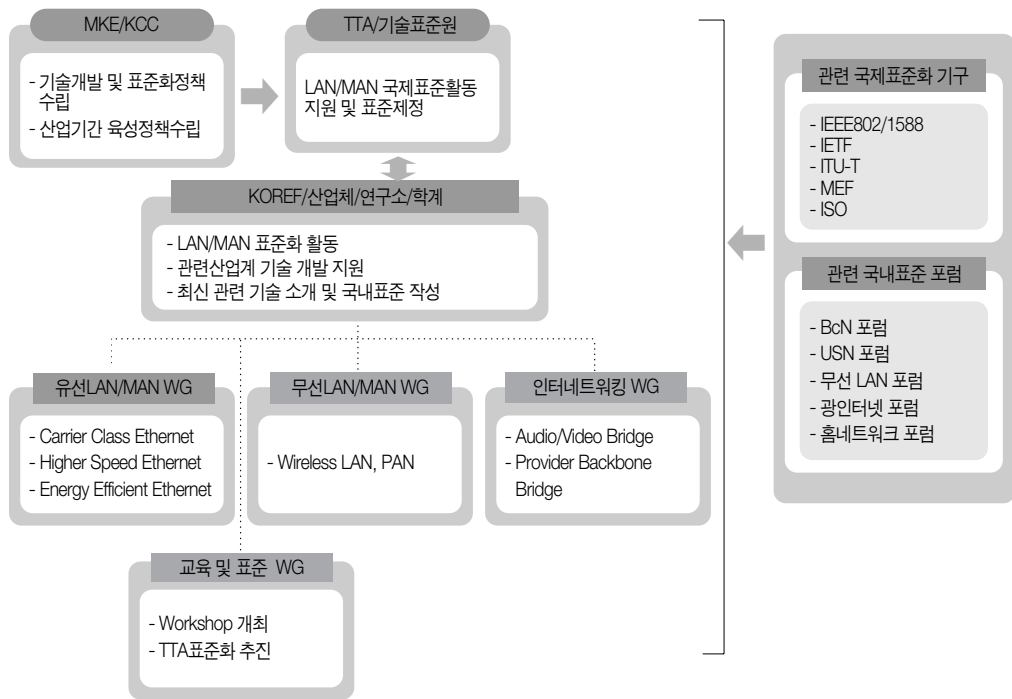
• 표준화 추진방향

- SO 전략 측면에서는, 국내 기술에 의한 LAN/MAN 기술 개발을 통한 기술력 확보 경험을 활용하여 이더넷 OAM, 망 관리 정보 모델, 4G 모바일 백홀용 망 동기를 포함하는 캐리어 이더넷 기술과 AV스트림 전달용 이더넷 기술에 대한 국제 표준화를 선도할 수 있는 환경 조성을 적극 추진하여야 함
- ST 전략 측면에서는, 외국의 대형 업체를 중심으로 모든 솔루션을 제공하는 에코시스템 형태로 국내의 시장을 주도하고 있어서, 국내 산업체 단독으로 장비의 상용화는 시장 개척에 많은 어려움이 있으므로, 외국의 주요 장비 업체와의 공동 연구 등으로 상호 협력을 통한 기술 개발 및 시장 진입을 추진하며, 보유중인 핵심 표준 기술을 활용하고, 국제 표준 전문가를 충원하여, 국외 주요 업체와 공조한 표준화 추진함
- WO 전략 측면에서는, 신규 시장을 중심으로 표준화 및 연구 개발을 선택적으로 집중하여 상대적 기술 격차를 극복하고, 시장 점유율을 확대하며, 국내 관련 전문가 간의 긴밀한 협력 및 국내 통신 사업자간의 협력 체계를 구축함
- WT 전략 측면에서는, 국내 여건상 부족한 기술은 국제 표준화 및 개발 동향을 예의 주시하여 국내 연구 개발 방향 및 시장 적용 방안의 방향을 설정하고, 국제 표준 및 시장 주도 세력과의 전략적 연대를 통한 문제점 극복 및 시장 확대 전략을 추진함

### 3.1.3. 표준화 추진체계

- 표준화 과정에서의 신속한 대응을 하기 위해서는 아래의 그림과 같이, 산·학·연의 고속 LAN/MAN 기술 전문가들이 한국 이더넷 포럼을 통해, 관련 기술들에 대한 이해와 문제점도출, 해결책들을 연구하면서 동시에 상용화를 병행하도록 추진해야 함
- TTA 및 기술표준원은 표준과제 및 국제 표준전문가 과제를 통하여, 고속 LAN/MAN 기술 전문가들에 대한 국제 표준화 활동 및 국내 고속 LAN 기술 보급, 표준기술 공동 연구 등을 지원함
- 국책연구, 산업체 및 ETRI, 국내의 대학 연구 활동 등과의 유기적 연대를 통해 표준화 회의전후 표준화 현황 분석, 표준화 진행 방향, 각 업체의 연구 개발 전략을 상세히 파악함으로써 국내의 기술 개발 방향 수립, 국내의 표준화 접근 방법, 기고서의 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 공동 대응함
- IEEE 802, ITU-T, ISO, IETF의 각 핵심 기술 내용을 분석하여 국내 산업에 파급이 클 것으로 예상되는 분야에 대해서는 한국이더넷포럼을 통하여 산·학·연 전달반을 구성하고 세부 전략을 수립하여 국제표준화에 조직적으로 기고서를 제출함
- 이더넷 기반 오디오 스트림 전송기술과 산업용 이더넷 기술의 경우 폭발적인 시장수요 예측에 비하여 국내의 표준화 및 제품개발이 부진하고, 국제 표준화의 주체가 모호한 문제점이 있으므로 이것을 기회요인으로 하여 한국이더넷포럼을 통하여 산·학·연 전달반을 구성하고 세부 전략을 수립하여 국내 및 국제표준화 추진 필요



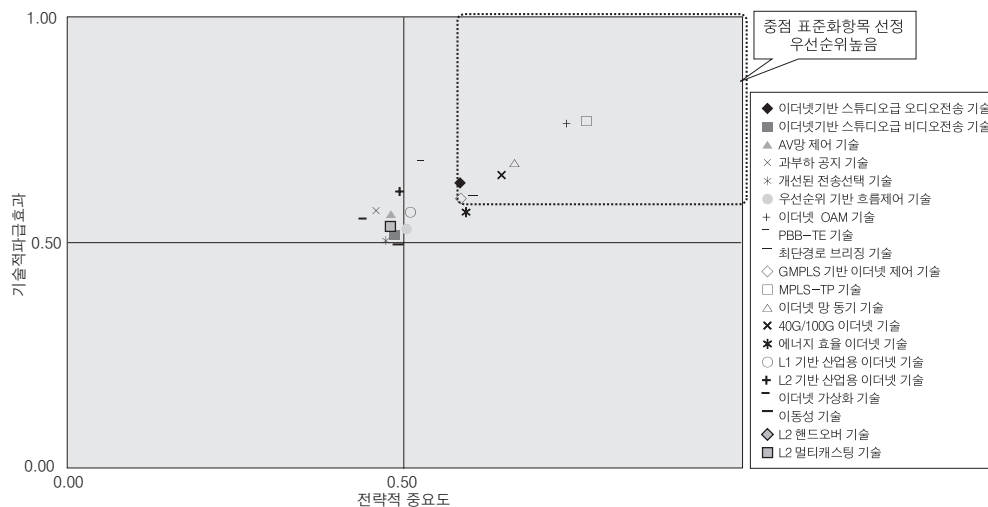


〈그림 6〉 국내 주요기관의 고속 LAN/MAN 표준화 추진체계

## 3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법<sup>1)</sup>

중점 표준화항목 선정을 위한 표준화 대상항목간 정량적 평가													
중점기술 후보별 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 분석													
평가지표	전략적 중요도(Priority)						기술적 파급효과(Effect)						
	P1 정부 및 산업 체 의지(국가 산업전략과의 연관성, 국내 기업의 표준화 참여 및 관심 도 등)	P2 공공성(사용자 편리성, 중복 투자 방지 등)	P3 적시성	P4 기술적 선도 가능성(국제표 준경쟁력, IPR 확보 등)	P5 국제표준화 이슈정도	Pi (Priority Index)	E1 기술적 중요도 (원천성 등)	E2 타 기술에 파 급 효과 (연관 성, 활용성 등)	E3 시장파급성 및 상용화 가능성 (구현 가능성 등)	E4 산업적 파급효 과(산업화로 인한 이득, 국 내 관련산업 규모 및 성장 도 등)	E5 미래 영향력 (미래 표준화 목표의 적용/ 응용성)	Ei (Effect Index)	
표준화 대상항목	평가지표의 중요도	0.11	0.14	0.23	0.29	0.22	-	0.15	0.17	0.25	0.23	0.20	-
이더넷기반 스튜디오급 오디오전송기술		3.07	3.11	2.79	2.89	2.93	0.59	2.89	2.61	3.71	3.71	2.50	0.63
이더넷기반 스튜디오급 비디오전송기술		2.28	2.72	2.16	2.80	2.20	0.49	2.40	2.68	3.12	2.96	1.92	0.53
AV 망 제어 기술		3.19	2.00	2.07	2.41	2.63	0.48	2.63	2.33	3.26	3.26	2.15	0.56
과부하 방지 기술		2.33	2.07	2.73	1.47	3.07	0.46	2.67	2.87	3.40	3.13	1.93	0.57
개선된 전송선택 기술		1.92	1.54	2.92	2.00	3.00	0.47	2.23	2.54	2.77	2.77	2.15	0.51
우선순위 기반 흐름제어 기술		2.24	2.32	3.08	2.28	2.52	0.50	2.64	2.76	2.88	2.52	2.40	0.53
이더넷 OAM 기술		4.22	3.72	3.17	3.83	3.83	0.74	3.89	3.89	4.22	3.97	3.03	0.76
PBB-TE 기술		2.89	3.51	2.41	2.30	2.41	0.52	2.30	3.03	3.78	3.78	3.65	0.68
최단 경로 브리징 기술		3.00	2.79	3.14	2.69	3.41	0.60	3.17	2.52	3.00	2.93	3.41	0.60
GMPLS 기반 이더넷 제어기술		3.21	3.21	3.24	2.28	3.14	0.59	3.21	2.97	2.97	2.93	2.93	0.60
MPLS-TP 기술		4.32	3.80	3.88	3.28	4.40	0.77	4.20	3.68	3.88	3.88	3.64	0.77
이더넷 망 동기 기술		3.41	3.93	3.52	3.00	3.11	0.66	3.74	3.52	3.70	3.52	2.48	0.68
40G/100G 이더넷 기술		3.59	3.32	3.14	3.27	3.00	0.64	3.91	3.14	3.00	3.50	2.91	0.65
에너지 효율 이더넷 기술		3.95	4.14	2.90	2.19	2.81	0.59	2.38	2.57	3.71	2.62	2.52	0.57
L1 기반 산업용 이더넷 기술		2.50	2.20	2.80	2.90	2.10	0.51	2.30	3.10	3.20	3.10	2.20	0.57
L2 기반 산업용 이더넷 기술		2.40	2.70	2.40	2.80	2.00	0.49	2.80	2.70	3.40	3.30	2.90	0.61
이더넷 가상화 기술		1.62	1.85	2.46	2.69	1.62	0.43	2.69	2.54	2.38	3.00	3.15	0.55
L2 이동성 기술		2.23	2.45	2.73	2.41	2.32	0.49	2.32	3.00	2.32	2.32	2.55	0.50
L2 핸드오버 기술		2.68	2.45	3.18	2.41	2.32	0.52	2.64	2.41	3.00	2.32	2.55	0.52
L2 멀티캐스팅 기술		2.71	1.79	2.64	2.29	2.50	0.48	3.00	2.36	3.00	2.71	2.29	0.54



1) \* 각 고려요소별 평가점수는 1(매우낮음) - 2(낮음) - 3(보통) - 4(높음) - 5(매우높음)의 5점척도임.

- 국내외 표준화 진행 현황을 참고로 하여 상당 수준 표준화 작업이 완료 단계에 이른 기술 분야는 중점 표준화 항목에서 배제하고, 향후 2~3년 이내에 요구되는 기술 분야를 중점 표준화 항목의 후보로 우선 도출함
- 국제적으로 우리나라가 표준화를 주도할 수 있는 잠재력을 가지고 있거나, 기술 개발시 국내외적으로 시장 경쟁력을 확보할 수 있는 분야를 중심으로 중점 표준화 항목 후보로 도출함
- 국가적인 관점에서 표준 정립 및 기술 개발이 요구되는 분야는 기술의 중요성 및 최근 국제 표준화 기구에서 주요 이슈로 부각되고 있는 점 등을 고려하여 중점 표준화 항목 후보로 도출
- 이상의 사항들을 참고로 하여 AV 스트림 전달용 이더넷 기술, 데이터 센터 브리징 기술, 캐리어급 이더넷기술, 이더넷 고속화 기술, 산업 이더넷 기술, 미래 이더넷 기술의 대 항목에 대해 총 20 개의 세부 항목을 도출하여 총 9 명의 LAN/MAN 기술 전문가의 설문조사를 수행함
- 2007년 중점 표준화 선정 항목(8 항목) : 타임동기된 전송/연동 기술, L2 대역 예약 기술, 프로바이더 백본 전달망 기술, Ethernet OAM 기술, Ethernet Protection Switching 기술, Higher Speed Ethernet 기술, L2 Micro Handover 기술, Energy Efficient Ethernet 기술
- 2008년 중점 표준화 선정 항목(5 항목) : 이더넷 망 보호절체 기술, 프로바이더 백본 전달망 기술, 40G/100G 이더넷 기술, L2 마이크로 핸드오버 기술, 에너지 절감 이더넷 기술
- 2009년 중점 표준화 선정 항목(7 항목) : 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송 기술, 이더넷 OAM 기술, MPLS-TP 기술, 이더넷 망 동기 기술, 40G/100G 이더넷 기술, 에너지 효율 이더넷 기술, 최단경로 브리징 기술

### 3.2.2. 중점 표준화항목 선정사유

- 전략적 중요도 및 기술적 파급효과와 요소
  - 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송 기술은 시장규모가 매년 2배씩 증가하고 있지만 국제표준 없이 업체규격별 제품이 생산되고 있음. 이러한 제품의 단점을 탐색하고 이를 극복하는 새로운 IP를 제시하여 세계시장의 1/3을 점유할 수 있음. 이에 관련된 시제품 개발을 통한 국내업체의 관심을 유발하고 채널예약, 기존 장비와의 호환성, 시간동기 등에 관련된 새로운 국내표준을 제시하도록 해야 함
  - MPLS-TP 기술은 PBB-TE 기술과 함께 패킷 기반 전달망 기술의 유력한 후보로 대두되고 있음. MPLS-TP는 기존의 MPLS 기술을 단순화하면서 전달망에 필요한 OAM, 프로텍션 등을 강화하는 것이므로 기존의 IP/MPLS 기술을 보유하고 있는 장비 개발 업체와 IP/MPLS 망을 가지고 있는 망 사업자가 선호함. MPLS-TP의 데이터 평면은 MPLS 및 PWE3 (Pseudowire Emulation Edge-to-Edge) 아키텍처와 동일한 반면에 OAM, 프로텍션, 보안, 경로 제어 등은 기존 기술을 확장하거나 새롭게 정의되어야 하므로 이 부분에 많은 기술적 이슈와 표준화 가능성이 있음
  - 이더넷 OAM 기술은 캐리어급 이더넷 망의 장애 및 성능 측정 기술과 장애 시 선형 및 링 보호 절체 기술을 포함함. 이더넷 OAM의 핵심 기술 중의 하나인 이더넷 링 망 보호 절체 기술은 링 토폴로지를 가지는 망에서 장애 시 50 msec 이내의 보호 절체를 가능하게 하여, 기존의 SONET/SDH 및 RPR 기반의 링 네트워크를 대체하기 위한 기술이며, ITU-T SG15에서 표준화가 활발하게 이루어지고 있음. 이는 국외의 Tier 1 장비 업체에서 개발 중인 캐리어급 이더넷은 패킷 기반 전달망의 핵심 기술로서 전략적 중요도와 기술적 파급효과가 매우 큼
  - IEEE 1588v2에서 정의 되었고 또 IEEE 802.1AS에서의 진행중인 Ethernet 망에서의 동기화 기술은 통신망 application에서 사용하기에는 정확도가 부족하다고 인식하고 있음. 특히 무선 백홀망에서 기존의 SONET/SDH 망을 Ethernet으로 이전시 Ethernet망을 통한 동기화 기술은 하나의 핵심기술로 부각될 것으로 예상됨

- 최단경로 브리징 기술은 망의 핵심 기술인 라우팅 경로를 자동적으로 만들어주는 분야로 이를 근간으로 OAM, CFM, 트래픽 엔지니어링 등 대부분의 기술이 영향을 받게 되는 분야임. 따라서 이 분야는 기술적, 산업적 측면에서 중요함
- 40G/100G 이더넷 기술은 기존 SONET/SDH 기반의 광전송 기술과의 경계를 무너뜨릴 수 있고, 기존의 이더넷 적용 영역 (LAN, Access) 이외에도 Metro & Long-haul, High-performance Computing 등까지 시장을 확대할 수 있는 기술 분야로 그 전략적 중요도와 기술적 파급효과가 매우 높음
- 에너지 효율 이더넷 기술은 국내 개발실적 및 표준화 실적이 거의 없지만, 그린 IT 정책에 힘입어 시장 파급 효과가 아주 큰 기술로서, 점차적으로 전략적인 중요도와 기술적인 파급효과 증대될 것으로 예상함

#### • 중점 표준화항목별 선정사유

- 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송 기술은 시장규모가 매년 2배씩 증가하고 있지만 국제표준 없이 업체규격별 제품이 생산되고 있음. 이러한 제품의 단점을 탐색하고 이를 극복하는 새로운 IP를 제시하여 세계시장의 1/3을 점유할 수 있음. 국제표준이 없는 현재 시점이 기회요인임. 관련된 채널예약, 기존 장비와의 호환성, 시간동기 등에 관련된 국내표준과 이에 관련된 IP를 확보할 수 있어 중점표준화 항목으로 선정함
- MPLS-TP 기술: IETF를 중심으로 한 MPLS 기술은 소수의 메이저 장비 업체가 기술 및 표준화를 주도한 반면 MPLS-TP 기술은 IETF와 ITU-T가 공동으로 표준화를 추진하게 됨에 따라 그 동안 ITU-T를 중심으로 활동하였던 국내의 표준화 역량을 IETF로 확장하는 계기를 마련할 수 있음. 또한 MPLS-TP는 기존의 IP/MPLS 망을 업그레이드 하면서 진입할 수 있는 기술이므로 망 사업자의 기술 도입이 용이하여 경제적 파급효과도 매우 클 것으로 예상되어 중점 표준화 항목으로 선정함
- 이더넷 OAM 기술: 이더넷 망에서 장애 및 성능 측정을 위한 기능은 표준화 완료 되었고, 아울러 점대점으로 연결된 이더넷 선형 망에서 VLAN 기반의 보호 절체 및 링 망에서의 기본 동작에 대한 표준화가 완료되었음. 현재 이더넷 링 망에서 이미 정의된 기본 기능에서 상당량의 추가적인 기능과 최적화를 목표로 하는 이더넷 링 네트워크 보호 절체 기술에 대한 표준화가 진행 중에 있음. 그리고 그러한 이더넷 링 네트워크의 관리를 위한 management information에 대한 표준화 작업이 ITU-T SG15에서 시작될 조짐이 보임. 이더넷 OAM 기술은 캐리어급 이더넷의 핵심 기술로서 국외의 대형 장비 업체에서도 적극적으로 표준화에 참여하고 있는 기술적/경제적 파급효과가 큰 기술이므로 중점 표준화 항목으로 선정함
- 이더넷 망 동기 기술은 2009년 IEEE 802.3에서 이체 논의가 시작되어 Working group이 형성되기 전이어서 국내 기술진의 참여가 가능하여 IEEE802.3 TSSG에 국내 기술진들의 활발한 참여 진행중에 있으며 새로운 IPR의 확보가 가능하다고 판단됨
- 최단경로 브리징 기술은 STP를 기반으로 하는 전통적인 2 계층방식을 탈피하여 3 계층의 IP 계열 라우팅과 합작하여 2/3 계층을 통합하는 라우팅으로 급변하고 있어서 이론적인 측면에서는 많은 기술과 연관되어 있으며, 현업 측면에서도 라우팅의 이해 없이 망을 운용하기는 어려운 핵심분야이기 때문에 중점 표준화 항목으로 선정함
- 40G/100G 이더넷 기술: IEEE 802.3 이더넷 기술은 성능 대비 월등한 가격 경쟁력을 바탕으로 초기 캠퍼스, 기업(LAN)은 물론 공장(Industrial Ethernet), 일반 가정(Multimedia Ethernet), 사업자(Carrier Ethernet) 등의 분야까지 광범위하게 확산되고 있음. 그러나 국내에서는 이 분야에 대한 수동적 표준화 대응으로 인해 기술 및 시장 경쟁력 열세를 여전히 극복하지 못하고 있어 중점 표준화 항목으로 선정함
- 에너지 효율 이더넷 기술은 2006년 Study Group이 결성된 후, 현재 표준 문서 Draft 1.4에 대한 WG 승인 과정에 있으며, 2010년에 IEEE802 국제 표준 제정을 목표로 규격 완성 단계에 있어, 주요 기술에 대한 IPR 확보 및 국제 표준화는 어려우나, 범 세계적인 에너지 절감을 위한 그린 IT의 중요성에 비추어, 국제 표준 동향 분석과 국내 적용성을 연구하여 국내 표준화 하고, 에너지 절감형 이더넷 스위치 장비 개발에 활용할 필요가 있으므로 중점 표준화 항목으로 선정함

---

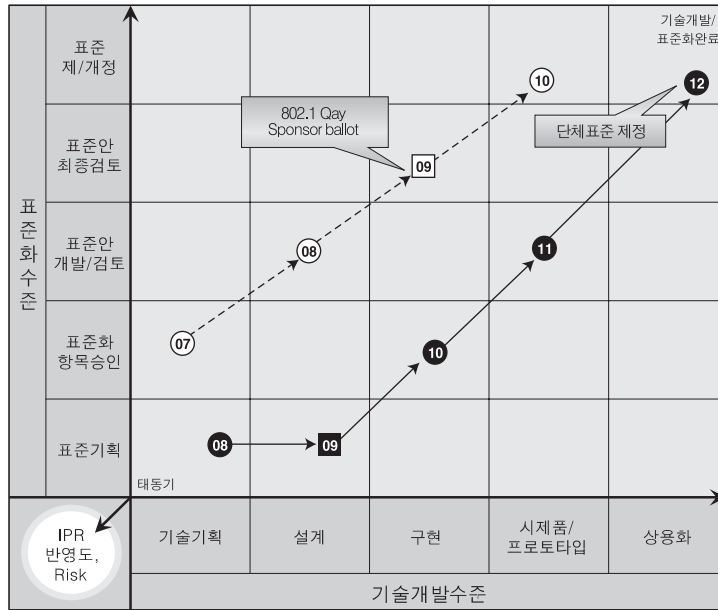
아래의 내용은 선정 제외 사유에 해당하는 항목에 관한 설명임.

- PBB-TE 기술은 경제적 파급 효과가 큰 것으로 설문 조사 결과가 나왔으나, 이미 IEEE 802.1Qay 표준을 통하여 표준 작업이 완료되어 최종 승인을 마친 상태로 당분간 더 이상의 국제 표준화 활동이 없을 것으로 예상되므로 중점 표준화 항목에서 제외함
- GMPLS 기반 이더넷 제어 기술은 IETF에서 자체적인 필요에 의해서 개발되기보다는 GMPLS를 모든 형태의 망에서 구동하기 위한 lineup의 한 개 단위로 진행되고 있기 때문에 지금은 시장의 성숙도가 미숙하며 필요성도 상대적으로 적은 단계이므로, 중점 표준화 항목에서 제외함
- 기타 표준화 항목은 1 사분면에 근접하다고는 하나, 현재로서는 표준화 참여가 어려우며, 국제 경쟁력이 낮다고 판단되어 중점 표준화 항목에서 제외함

## 3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

## 3.3.1. 이더넷 기반 스튜디오급 오디오 전송 기술

## • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★★) 중(★★★) 저(★★☆)	표준개발	기술개발		
★★★	한국 이더넷 포럼 TTA PG218	산업체	전관 방송 시스템	IEEE 802.1

## 범례

09 : 중점 표준화항목의 국내 상태

09 : 중점 표준화항목의 국제 상태

→ : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이

→ : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이

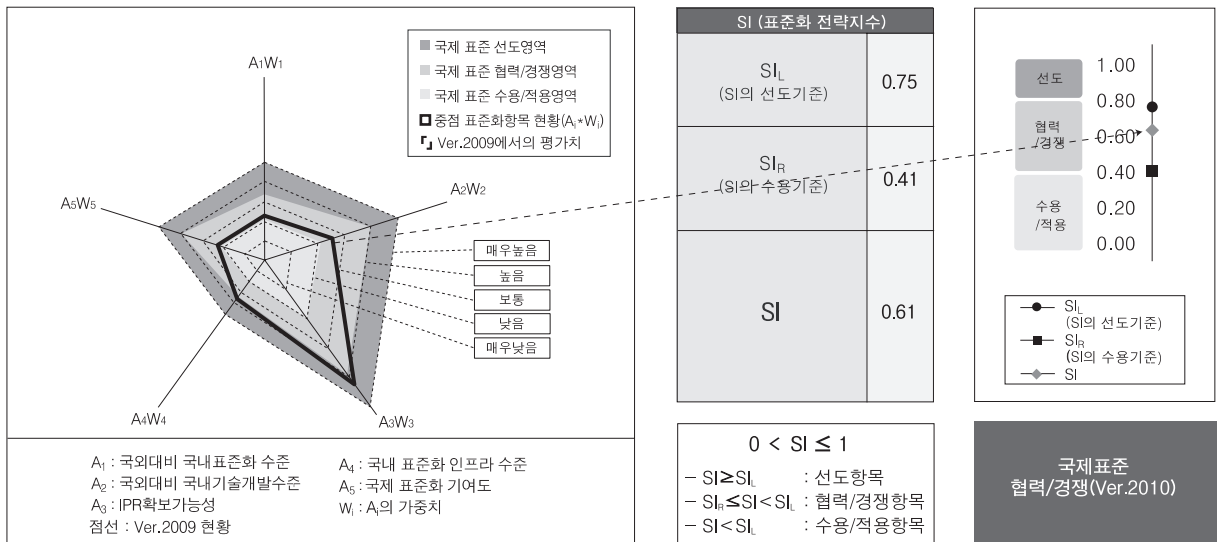
↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)

↗ : 동시표준(표준화&amp;기술개발 동시추진)

→ : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

표준화 특성	동시표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	관련 IPR 획득과 국제 표준화 및 기술 개발을 동시 추진

## • 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)

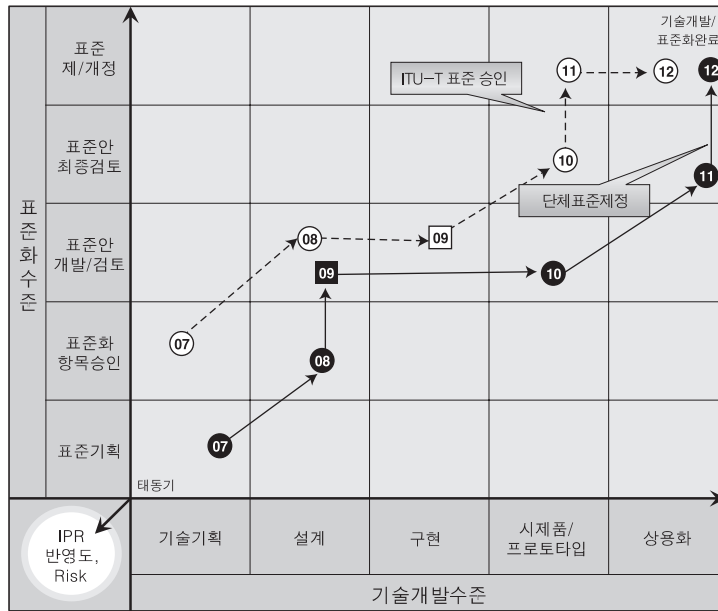


국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver. 2010 신규 중점표준화 항목임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IPR 확보가능성 분석에 따른 전략: IEEE802.1Qav의 표준화가 거의 완료 단계에 있으나, 오디오 전용 표준화는 없음. 따라서 국내 고유방식의 IPR확보를 통한 국내 및 국제표준화를 진행할 수 있음</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 인프라 수준(특히, 인적 자원)이 타 기술에 비해 매우 미비한 실정이므로 특정 분야를 전략적으로 선택하여 집중해야 함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: 국내외 표준화 및 기술 개발 현황 분석을 토대로 표준화 회의 전후 표준화 현황 및 방향, 업체의 연구 개발 전략을 상세히 파악함으로써 국내의 표준화 접근 방법, 기고서 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 공동 대응함</li> </ul>
IPR 확보방안	- 오디오 고유의 특성을 살릴 수 있는 고유한 L1/L2 혼성 전송방식을 제안하고 관련 기술 개발 및 보급을 통한 시장확보와 이에 병행한 추가 IPR 확보를 추진함



## 3.3.2. 이더넷 OAM 기술

## • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)	표준개발	기술개발		
★★★	이더넷 포럼 TTA PG218	ETRI, Actus	이더넷 스위치	ITU-T SG15

## 범례

09 : 중점 표준화항목의 국내 상태

09 : 중점 표준화항목의 국제 상태

→ : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이

-→ : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이

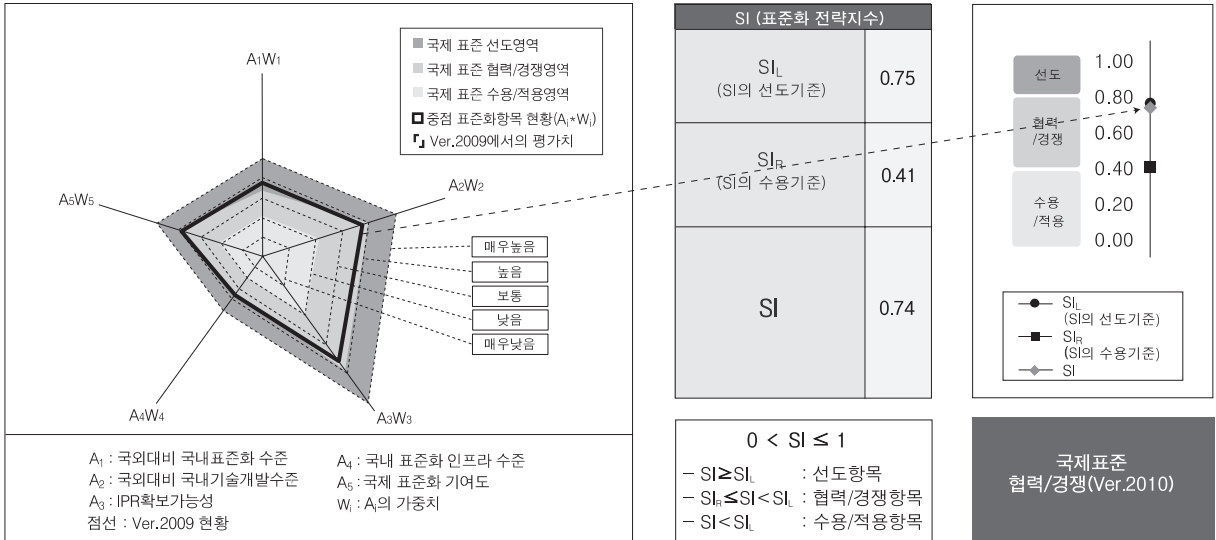
↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)

↗ : 동시표준(표준화&기술개발 동시추진)

→ : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

표준화 특성	동시표준
표준화-기술개발-IPR 연계방안	이더넷 링 보호 절체에 관한 IPR 획득과 국제 표준화 및 기술 개발을 동시 추진

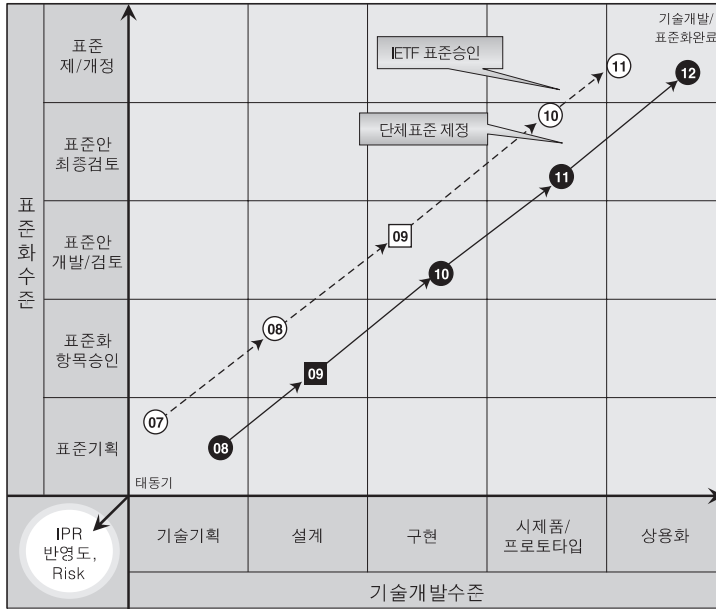
• 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)



국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ver.2009 대비 국외대비 국내표준화 수준, 국외대비 국내 기술 개발 수준, 국내 표준화 인프라 수준, 국제 표준화 기여도가 Ver. 2010에서는 다소 상향 평가되고, IPR 확보 가능성은 다소 하향 평가됨. 이는 국제 표준화가 거의 완료 단계로 접어들어감에 따라, 새로운 기능에 관한 제한 등 보다는 기존의 문서를 안정화시키는 방향으로 활동이 이루어질 것을 예상하기 때문임</li> <li>- Ver.2009에서는 이더넷 망 보호절체 단독 항목으로 국제 표준 선도가 전략 목표이었으나, Ver.2010에서는 망 보호절체와 관리 정보 모델을 포함하여 OAM으로 표준화 대상 항목을 조정하고, 망 보호절체 표준은 version 2에서 주요 방식이 반영되었으므로 Ver.2010은 국제표준 협력/경쟁으로 전략이 수립됨</li> </ul>
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IPR 확보가능성 분석에 따른 전략: ITU-T G.8032 version 2 표준화가 거의 완료 단계에 있으나, version 3에 대한 작업이 뒤 따를 것으로 예상되어, version 3에 필요로 하는 새로운 기능에 대한 IPR 확보에 주력하여 야 함</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 인프라 수준(특히, 인적 자원)이 타 기술에 비해 매우 미비한 실정이므로 특정 분야를 전략적으로 선택하여 집중해야 함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 및 기술 개발 현황 분석을 토대로 표준화 회의 전후 표준화 현황 및 방향, 업체의 연구 개발 전략을 상세히 파악함으로써 국내의 표준화 접근 방법, 기고서 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 공동 대응함</li> </ul>
IPR 확보방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제연구소들의 표준화 및 기술 개발 과제를 중심으로 관련 학계, 업체가 긴밀하게 협력하여 타 분야에 비해 강점을 가지고 있고, 파급력이 클 것으로 예상되는 기술을 선정 표준화와 연계하여 추진해야 함</li> </ul>

## 3.3.3. MPLS-TP 기술

## • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)	표준개발	기술개발		
★★★	한국 이더넷 포럼 TTA PG218	ETRI	POTS, L2/L3 스위치, IP/MPLS 라우터	IETF MPLS/PWE3 /CCAMP, WG, ITU-T SG15

## 범례

09 : 중점 표준화항목의 국내 상태

09 : 중점 표준화항목의 국제 상태

→ : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이

→ : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이

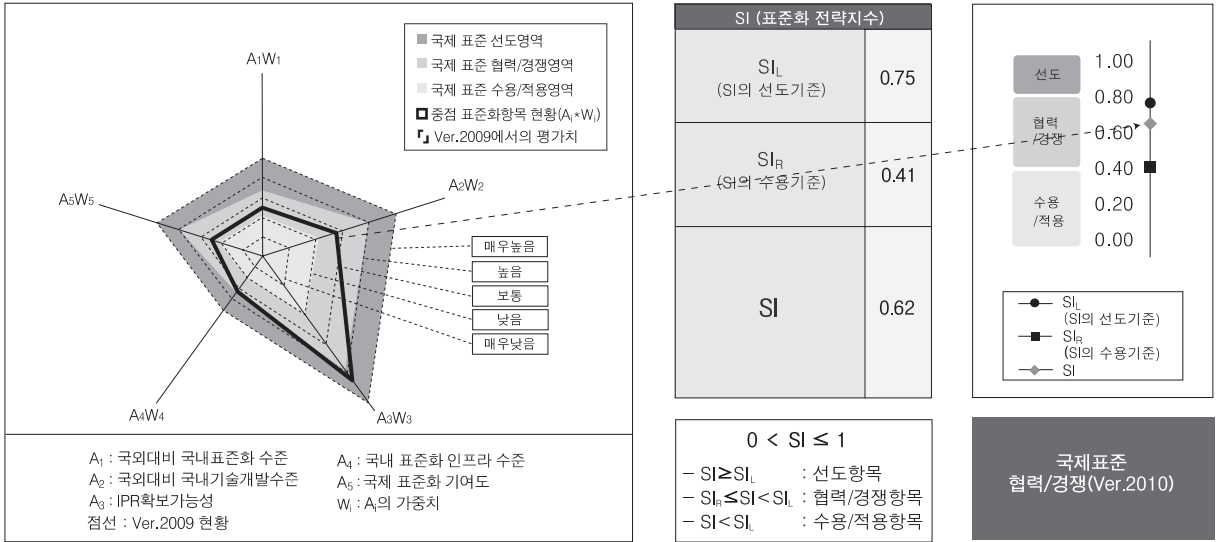
↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)

↗ : 동시표준(표준화&amp;기술개발 동시추진)

→ : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

표준화 특성	동시표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	IETF MPLS-TP 관련 IPR을 확보한 후에 표준화 및 기술개발 추진

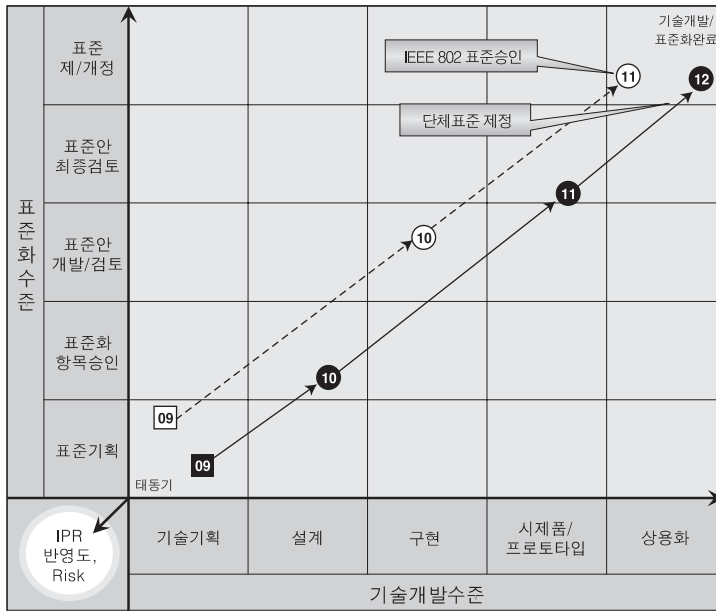
• 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)



국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver. 2010 신규 중점표준화 항목임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외대비 국내표준화수준 분석에 따른 전략: IETF MPLS-TP 표준화는 이미 활발하게 진행중인 반면 국내 표준화는 시작 단계이므로 IETF 및 ITU-T를 중심으로한 국제표준화에 주력하는 동시에 이를 국내 표준에 반영함</li> <li>- 국외대비 국내기술개발수준 분석에 따른 전략: MPLS-TP의 데이터 평면 및 제어 프로토콜은 기존의 MPLS 기술을 재사용하므로 기술적 우위가 없는 반면 OAM 및 프로텍션 분야는 국내에서도 이더넷을 기반으로 하는 패킷 전달망에서의 OAM 및 프로텍션 분야에 많은 기술적 노하우를 축적하고 있으므로 이 부분을 집중 공략함</li> <li>- IPR확보가능성 분석에 따른 전략: MPLS-TP OAM, 프로텍션, MS-PW, 기존 망과의 인터워킹 분야에서 IPR 확보가 가능함</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 이더넷 기반의 패킷 전달망 기술 표준화에 대한 국내 인프라를 활용하여 표준화를 추진함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: 국제 표준화 동향 및 기술 개발 현황을 분석하여 국내의 표준화 접근 방법과 기고서 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 대응함</li> </ul>
IPR 확보방안	- 국책연구소의 표준화 및 기술 개발 과제를 중심으로 관련 학계, 업체가 긴밀하게 협력하여 MPLS-TP의 요소 기술에 대한 IPR을 확보하고 표준화를 추진함

### 3.3.4. 이더넷 망 동기 기술

#### • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



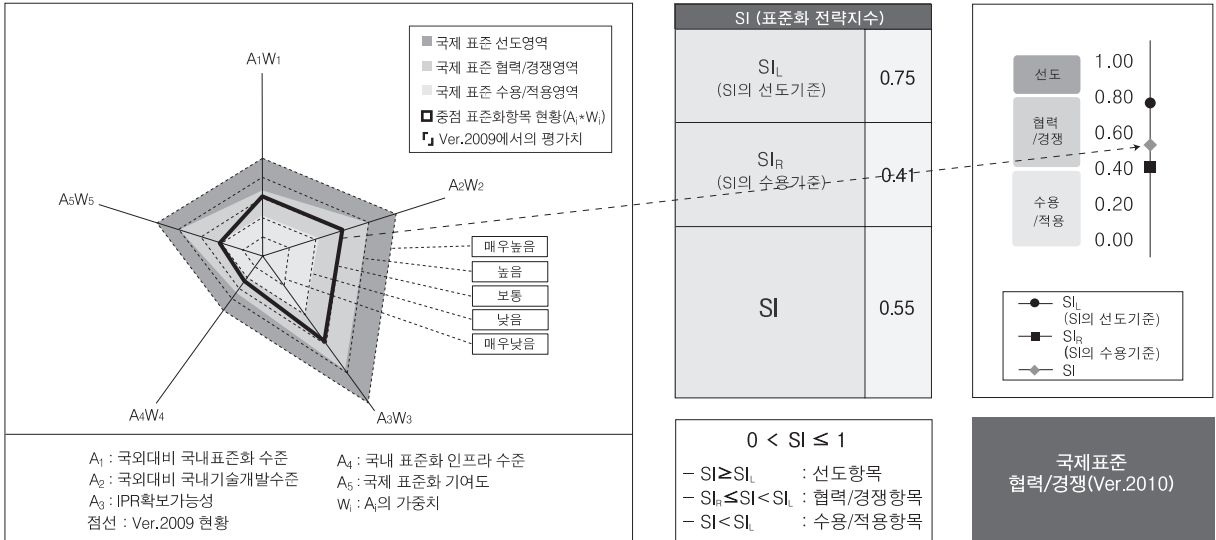
표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)	표준개발	기술개발		
★★★	한국 이더넷 포럼 TTA PG218	ETRI, KAIST, ACT, US, SA MSUNG	4G Mobile Backhaul	IEEE 802.3 TSSG

#### 범례

- 09 : 중점 표준화항목의 국내상태
- 09 : 중점 표준화항목의 국제상태
- : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이
- : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이
- ↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)
- ↗ : 동시표준(표준화&기술개발 동시추진)
- : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

표준화 특성	동시표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IEEE 802.3TSSG에 적극 참여하고 정식으로 Working group이 형성될 것을 대비 IPR을 확보</li> <li>- Working group이 형성된 이후 Proto type을 개발하여 기술개발 추진</li> </ul>

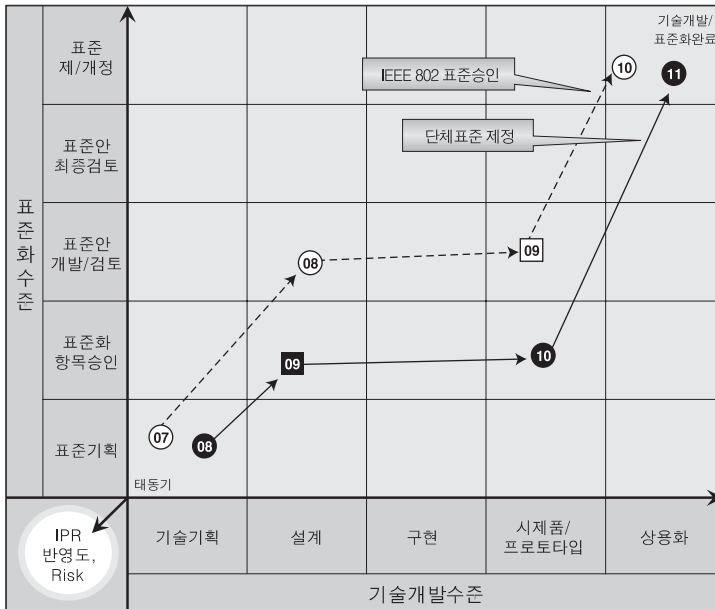
• 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)



국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver. 2010 신규 중점표준화 항목임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외대비 국내표준화수준 분석에 따른 전략: 기존 IEEE 1588 v2에 큰 기여를 못한 만큼 기존 IEEE 1588v2를 충분히 활용하면서 기존 국제 표준의 문제점을 분석함</li> <li>- 국외대비 국내기술개발수준 분석에 따른 전략: 기존 표준을 근간으로 상용chip을 기반으로 제품 개발을 진행함과 동시에 IPR 확보가 가능한 idea를 Proto typing 개발을 진행함</li> <li>- IPR확보가능성 분석에 따른 전략: IEEE 802.3TSSG는 공식적인 Working group이 형성되지 않은 단계라 각 참여 업체가 구체적인 idea를 제시 하고 있지 않는 단계로 공식적인 working group의 구성을 전제로 가능한 한 많은 IPR을 선 확보하여 향후 실질적인 표준화에 대비</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 국내는 아직 정확한 표준에 대한 전략이 부재함에 따라 기존 표준에 따른 제품의 활용도를 높여 실증적인 데이터 확보가 필요함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: IEEE 1588v2의 정확도가 Telecom에서 사용하기에 부족하면 때문에 IEEE802.3TSSG가 구성된 바 아직 초기 단계의 표준화 수준이나 여러 참여 업체들의 전략적인 참여가 예상되고 있음. 이에 따라 표준화 기고문 뿐만 아니라 Proto typing을 통해 확보한 IPR의 성능을 입증 할 필요가 있음</li> </ul>
IPR 확보방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 IEEE 1588v2의 기초적인 제품화 기반을 다지며 국내 사업자를 통해 실무 적용을 유도</li> <li>- 이 과정에서 기존 표준화의 문제점을 파악하고 개선 방안을 도출하여 새로운 IPR을 창출</li> <li>- 이후 정식 working group에서 적극적인 참여를 통해 IPR의 표준화 채택을 유도</li> </ul>

## 3.3.5. 최단경로 브리징 기술

## • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)	표준개발	기술개발		
★★	한국 인터넷 포럼 TTA PG218	산업체, 학계	POTS, CESR	IEEE 802.1

## 범례

09 : 중점 표준화항목의 국내상태

09 : 중점 표준화항목의 국제상태

→ : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이

-→ : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이

↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)

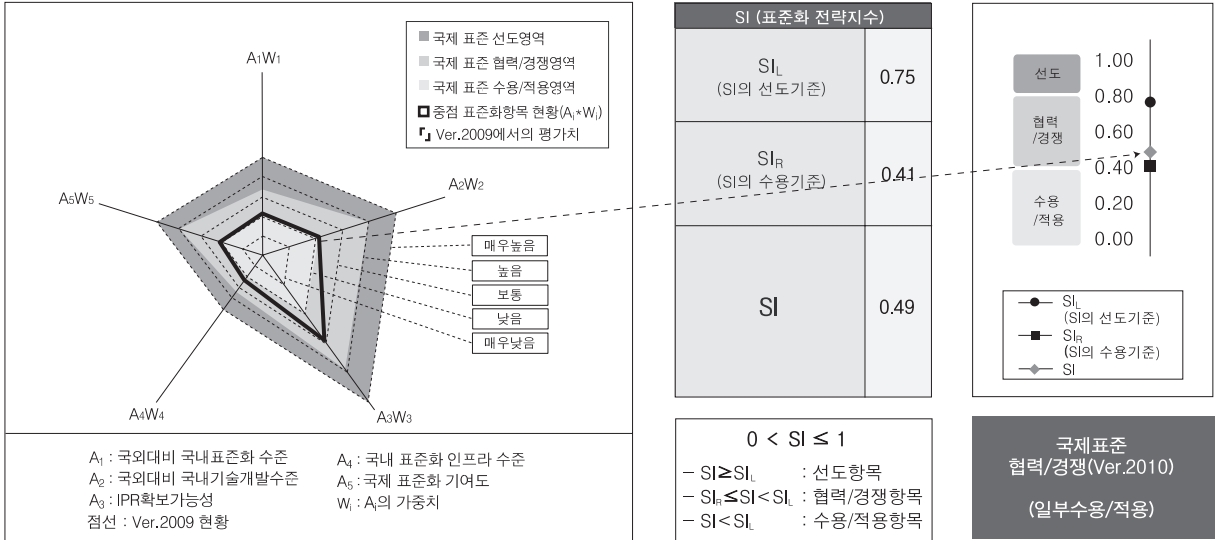
↗ : 동시표준(표준화&amp;기술개발 동시추진)

→ : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

표준화 특성	동시표준, 후행표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	IEEE 802.1 SPB는 이미 Nortel을 중심으로 진행되므로 이를 도입하여 SPB를 개발하고, 교육시키는 방향으로 국제 표준을 일부 수용하는 전략을 구사하며, 현재 SPB의 핵심인 PLSB와 견줄수 있는 새로운 라우팅 방식을 제안하도록 노력함



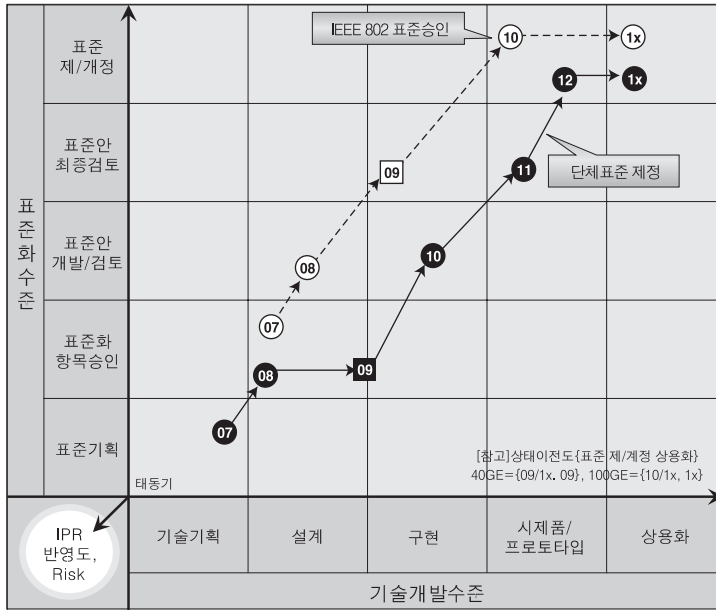
• 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)



국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(일부수용)(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver.2010 신규 중점표준화 항목임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외대비 국내표준화수준 분석에 따른 전략: IEEE802에서도 Nortel이 독점적으로 표준화를 진행하고 있으므로 이를 역전시킬 명분과 세력도 없음, 따라서 이를 조속히 받아들여서 실용화 단계에서 격차를 줄이도록 노력해야 함</li> <li>- 국외대비 국내기술개발수준 분석에 따른 전략: PLSB는 기존 2/3계층 라우팅을 통합한 새로운 방식을 제안하고 있는 바, 현재 국내에 나누어져 있는 2계층 연구자와 3계층 연구자를 통합하는 연구회 활동을 강화해야 함</li> <li>- IPR 확보가능성 분석에 따른 전략: Nortel의 특허를 값싸게 구현하고 운영하는 방향의 IPR을 산업체 및 학계를 중심으로 추진하는 것이 적절하다고 생각함</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 라우팅은 스위치의 모든 기능에 영향을 끼치는 부분이므로 개발과 동시에 업계를 대상으로 교육을 별도로 추진하여 새로운 라우팅 패러다임을 이해시켜야 함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: Nortel의 영향력이 커짐에 따라서 Nortel이 주도하는 기술공동체에 가입하여 Nortel의 동향을 밀접하게 관찰할 필요가 있음</li> </ul>
IPR 확보방안	- Nortel이 제안한 PLSB에 준하는 여타 라우팅 방식이 있는지를 조사하고 이에 관한 아이디어를 기반으로 특허를 득하도록 학계를 중심으로 노력해야 함

## 3.3.6. 40G/100G 이더넷 기술

## • 표준화-기술개발-IPR 연계분석



표준화 중요도	국내 개발주체		활용도	관련 국제 표준화 기구
고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)	표준개발	기술개발		
★★	한국 이더넷 포럼 TTA PG218	산업체, ETRI	이더넷 스위치, 광전송 시스템	IEEE 802.3 ITU-T SG15

## 범례

09 : 중점 표준화항목의 국내상태

09 : 중점 표준화항목의 국제상태

→ : 중점 표준화항목의 국내 표준상태전이

→ : 중점 표준화항목의 국제 표준상태전이

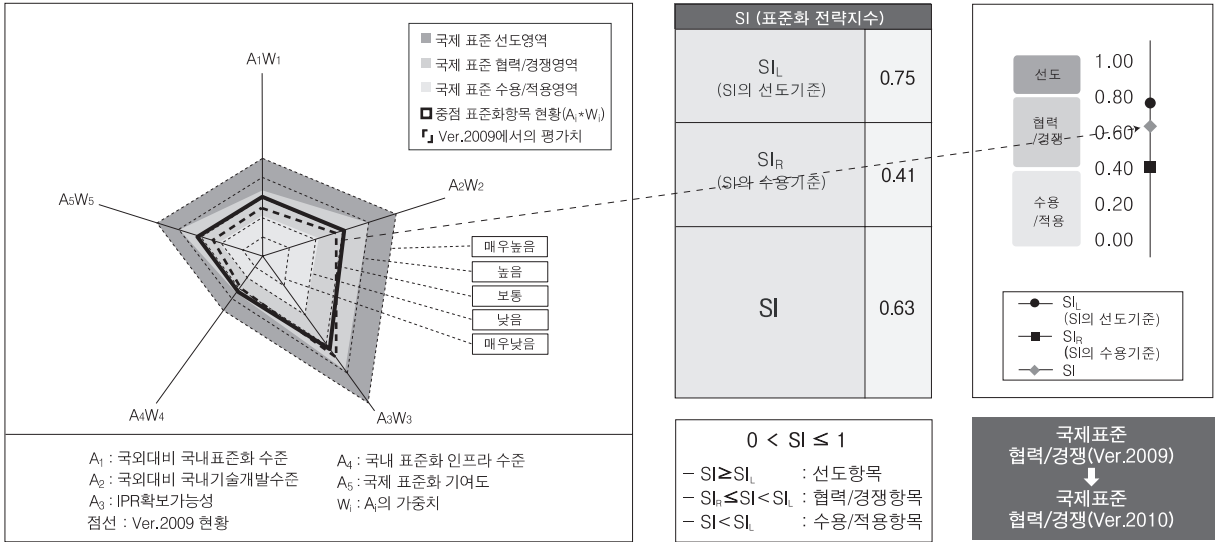
↑ : 선행표준(선 표준화 후 기술개발)

↗ : 동시표준(표준화&amp;기술개발 동시추진)

→ : 후행표준(선 기술개발 후 표준화)

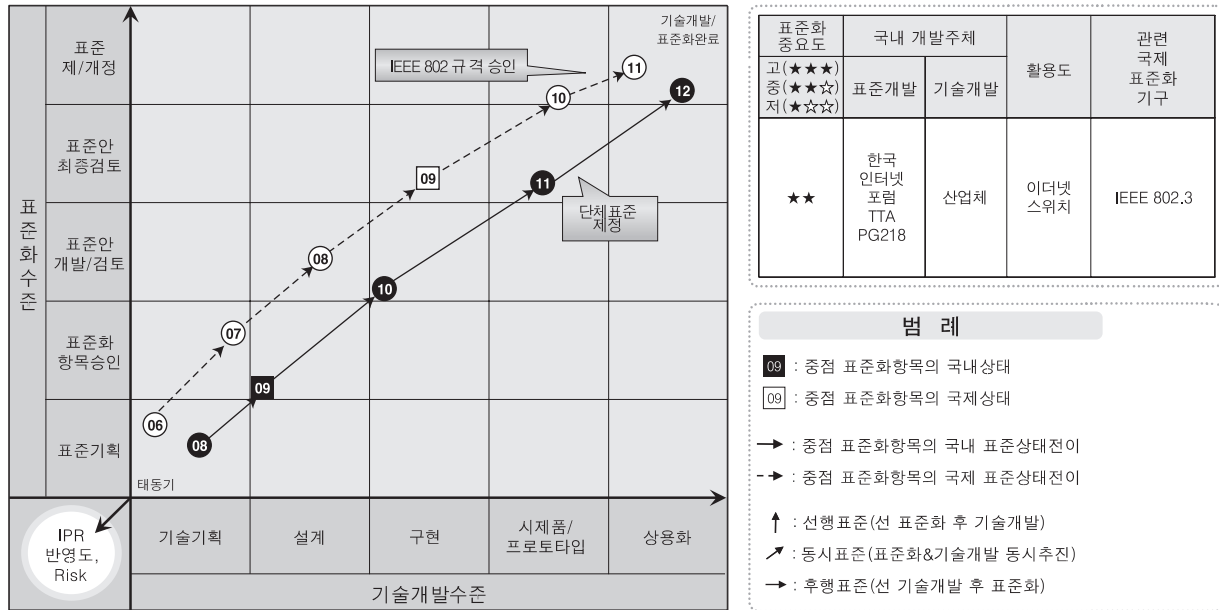
표준화 특성	동시표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	IEEE 802.3 40GE/100GE 관련 표준화 및 기술 개발을 동시 추진하되, ITU-T OTN 관련 100GE 수용 관련 IPR 추진

• 국제표준화 전략목표 도출 및 세부 전략



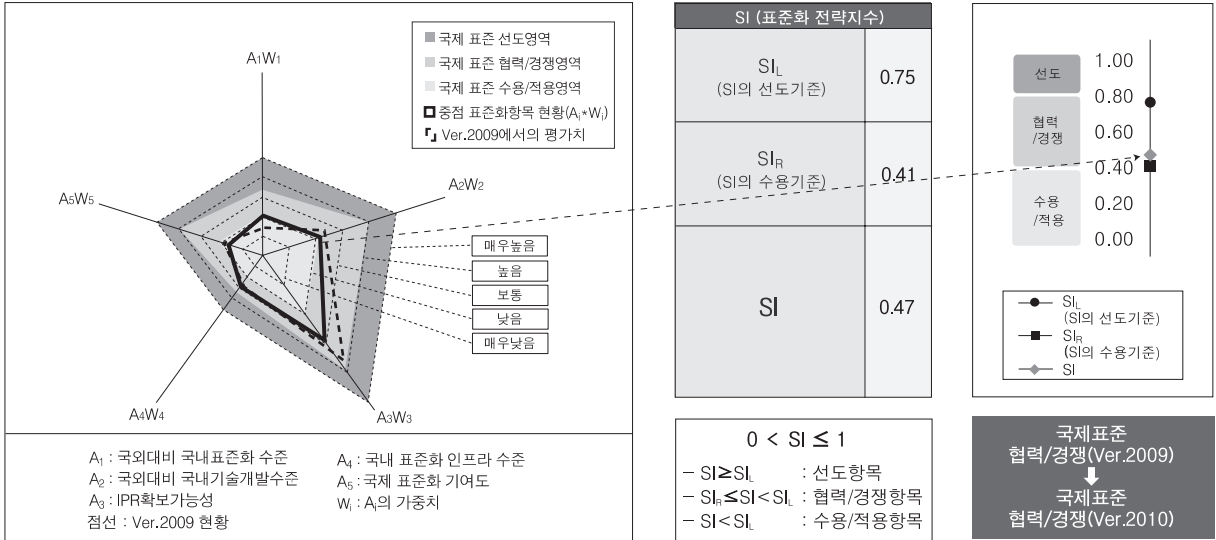
국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2009) → 국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver.2009 대비 국외대비 국내표준화 수준, 국외대비 국내 기술 개발 수준, 국내 표준화 인프라 수준, 국제 표준화 기여도가 Ver. 2010에서는 다소 상향 평가되고, IPR 확보 가능성은 다소 하향 평가됨. 이는 국내의 표준화 활동 및 기술 연구 개발이 미비하게나마 수행된 결과임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외대비 국내표준화수준 분석에 따른 전략: IEEE 802.40GE/100GE 표준이 중간 단계로 접어들어 40GE는 이슈가 없으므로 일단 적극 수용하고, 100GE는 광전송 관련 타 표준화 연관 기관과 관련된 이슈(예, OTN Compatibility)가 있으므로 이를 국내 표준에 반영하여 대응해야 함</li> <li>- 국외대비 국내기술개발수준 분석에 따른 전략: 국내에서 강점을 가지고 있는 옵티컬 트랜스폰더(광 모듈)에 집중하고 기타 기술은 국외 기술을 활용하여 다른 차원에서 차별화를 시도해야 함</li> <li>- IPR확보가능성 분석에 따른 전략: 40GE는 대부분이 기존 기술을 이용하는 수준으로 IPR 확보 가능성이 희박하므로, 40GE에 비해 상대적으로 IPR 확보 가능성이 있는 100GE 관련 광 전송, 인터페이스 정합 기술에 집중해야 함</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 인프라 수준(특히, 인적 자원)이 타 기술에 비해 매우 미비한 실정이므로 특정 분야를 전략적으로 선택하여 집중해야 함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 및 기술 개발 현황 분석을 토대로 표준화 회의 전후 표준화 현황 및 방향, 업체의 연구 개발 전략을 상세히 파악함으로써 국내의 표준화 접근 방법, 기고서 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 공동 대응함</li> </ul>
IPR 확보방안	- 국제연구구의 표준화 및 기술 개발 과제를 중심으로 관련 학계, 업체가 긴밀하게 협력하여 타 분야에 비해 강점을 가지고 있고, 파급력이 클 것으로 예상되는 기술을 선정 표준화와 연계하여 추진해야 함

## 3.3.7. 에너지 효율 이더넷 기술



표준화 특성	석동시표준
표준화-기술개발- IPR 연계방안	IEEE 802.3 Energy Efficient Ethernet 관련 표준화 및 기술 개발을 동시 추진하되, 핵심 구현 기술 관련 IPR 추진

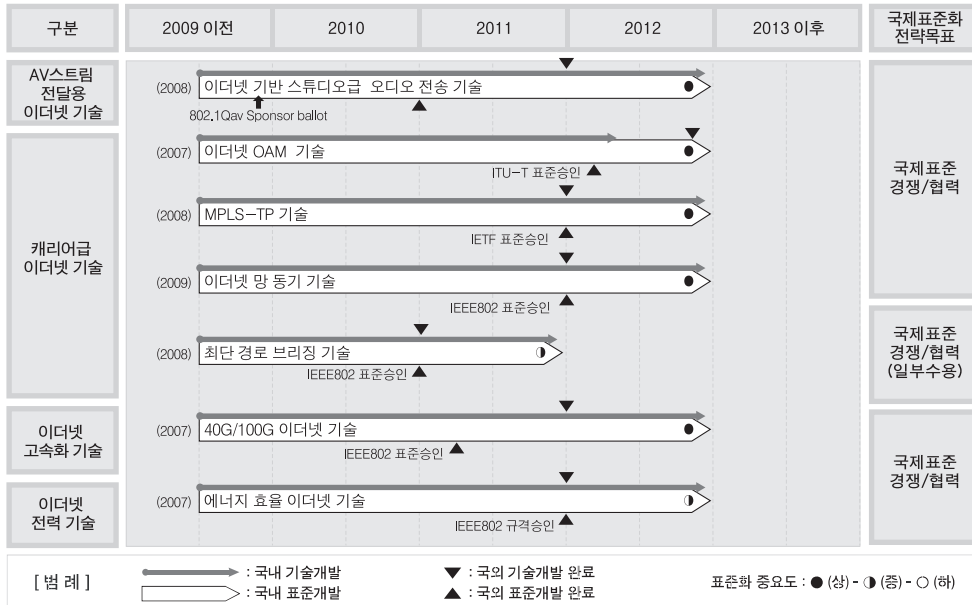
• 국제표준화 전략목표 및 세부전략(안)



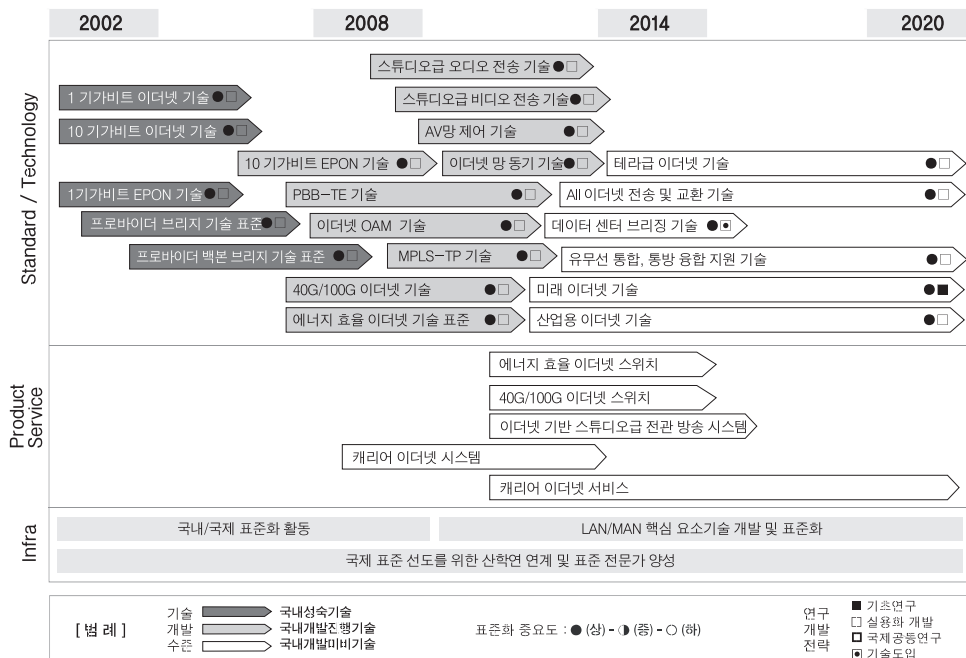
국제표준화 전략목표	국제표준 협력/경쟁(Ver.2009) → 국제표준 협력/경쟁(Ver.2010)
Trace Tracking (Ver.2009 → Ver.2010)	- Ver.2009 대비 국내 기술 개발 수준, IPR 확보 가능성, 국제 표준화 기여도가 Ver. 2010에서는 다소 하향 평가된 것은 국제 표준은 완성도가 올라갔으나, 국내의 표준화 활동 및 기술 연구 개발이 미비한 결과임
세부전략(안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외대비 국내표준화수준 분석에 따른 전략: IEEE 802.3 Energy Efficient Ethernet 표준이 초안 완성 단계로 접어든 상황에서 전력 절감을 위한 PHY 제어 방식은 수용하고, 핵심 구현 기술에 대한 표준화</li> <li>- IPR확보가능성 분석에 따른 전략: 국제 표준 방식을 일부 수용하고, 핵심 구현 기술에 대한 IPR 확보를 산업체 및 학계를 중심으로 추진하는 것이 적절하다고 생각함</li> <li>- 국내표준화인프라수준 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 인프라 수준(특히, 인적 자원)이 타 기술에 비해 매우 미비한 실정이므로 특정 분야를 전략적으로 선택하여 집중해야 함</li> <li>- 국제표준화기여도 분석에 따른 전략: 국내의 표준화 및 기술 개발 현황 분석을 토대로 표준화 회의 전후 표준화 현황 및 방향, 업체의 연구 개발 전략을 상세히 파악함으로써 국내의 표준화 접근 방법, 기고서 제안 전략 등을 수립하여 국제 표준화에 공동 대응함</li> </ul>
IPR 확보방안	- 국제연구구소의 표준화 및 기술 개발 과제를 중심으로 관련 학계, 업체가 긴밀하게 협력하여 타 분야에 비해 강점을 가지고 있고, 파급력을 것으로 예상되는 기술을 선정하고 표준화와 연계하여 추진해야 함

### 3.4. 중장기 표준화로드맵

#### 3.4.1. 중점 표준화항목별 중기(‘10~’12) 표준화로드맵



#### 3.4.2. 장기 표준화 로드맵(10년 기술 예측)



## [국내외 관련 표준 대응리스트]

구 분	표준명	기구(업체)	제정연도	제개정현황	국내 관련표준	국내 추진기구
AV 브리징 기술	Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks(802.1AS)	IEEE 802	2010년 이후	표준안 개발중		TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Stream Reservation Protocol(802.1Qat)	IEEE 802	2010년 이후	표준안 개발중		TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams(802.1Qav)	IEEE 802	2011년 이후	표준안 개발중		TTA
데이터센터 브리징 기술	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Congestion Notification(802.1Qau)	IEEE 802	2010년 이후	표준안 개발중		TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Enhanced Transmission Selection (802.1Qaz)	IEEE 802	2012년 이후	표준안 개발중		TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Priority-based Flow Control(802.1Qbb)	IEEE 802	2012년 이후	표준안 개발중		TTA
캐리어급 이더넷 기술	Requirements and Framework for Ethernet Service Protection in Metro Ethernet Networks (MEF 2)	MEF	2004	제정		TTA
	Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements in Metro Ethernet Networks (MEF 3)	MEF	2004	제정		TTA
	Metro Ethernet Network Architecture Framework - Part 1: Generic Framework (MEF 4)	MEF	2004	제정	TTAE_OT-03_0022	TTA
	Metro Ethernet Services Definitions Phase 2 (MEF 6.1)	MEF	2008	제정		TTA
	EMS-NMS Information Model (MEF 7)	MEF	2004	제정		TTA
	Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks (MEF 8)	MEF	2004	제정		TTA
	Abstract Test Suite for Ethernet Services at the UNI (MEF 9)	MEF	2004	제정		TTA
	Ethernet Services Attributes Phase 2 (MEF 10.1)	MEF	2006	제정		TTA
	User Network Interface (UNI) Requirements and Framework (MEF 11)	MEF	2004	제정		TTA
	Metro Ethernet Network Architecture Framework Part 2: Ethernet Services Layer (MEF 12)	MEF	2005	제정	TTAE_OT-03_0023	TTA
	User Network Interface (UNI) Type 1 Implementation Agreement (MEF 13)	MEF	2005	제정		TTA
	Abstract Test Suite for Traffic Management Phase 1 (MEF 14)	MEF	2005	제정		TTA
	Requirements for Management of Metro Ethernet Phase 1 Network Elements (MEF 15)	MEF	2005	제정		TTA
	Ethernet Local Management Interface (E-LMI) (MEF 16)	MEF	2006	제정		TTA
	Service OAM Requirements & Framework - Phase 1 (MEF 17)	MEF	2007	제정		TTA
	Abstract Test Suite for Circuit Emulation Services over Ethernet based on MEF 8 (MEF 18)	MEF	2007	제정		TTA
	Abstract Test Suite for UNI Type 1(MEF 19)	MEF	2007	제정		TTA
	UNI Type 2 Implementation Agreement (MEF 20)	MEF	2008	제정		TTA
	Abstract Test Suite for UNI Type 2: Link OAM (MEF 21)	MEF	2008	제정		TTA
	Mobile Backhaul Implementation Agreement Phase 1(MEF 22)	MEF	2009	제정		TTA
	Classes of Service phase 1 Implementation Agreement Part 1(MEF 23)	MEF	2009	제정		TTA
	Abstract Test Suite for UNI Type 2 Part 2 E-LMI(MEF 24)	MEF	2009	제정		TTA
	Ethernet Services Constructs	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	EMS-NMS Information Model Phase 2	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Service OAM Performance Management (Implementation Agreement)	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Service OAM Fault Management (Implementation Agreement)	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA

구 분	표준명	기구(업체)	제정연도	제개정현황	국내 관련표준	국내 추진기구
케리어급 이더넷 기술	Ethernet Service Amendment: New Bandwidth Profile	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Mobile Backhaul(IA) Phase 2	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Carrier Ethernet Class of Service(IA) Phase 2	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	NID Specification	MEF	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Ethernet over Transport - Ethernet services framework (G.8011/Y.1307)	ITU-T	2004	제정	TTAE,IT-G8011	TTA
	Ethernet over Transport - Ethernet services framework Amendment 1 (G.8011/Y.1307 Am.1)	ITU-T	2005	개정		TTA
	Ethernet over Transport - Ethernet services framework Corrigendum 1 (G.8011/Y.1307 Cor.1)	ITU-T	2005	개정		TTA
	Ethernet private line service (G.8011.1/Y.1307.1)	ITU-T	2004	제정	TTAE,IT-G8011.1	TTA
	Ethernet virtual private line service (G.8011.2/Y.1307.2)	ITU-T	2009	제정	TTAE,IT-G8011.2	TTA
	Ethernet virtual private LAN service (G.8011.3/Y.1307.3)	ITU-T	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Ethernet TREE service (G.8011.4/Y.1307.4)	ITU-T	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Ethernet UNI and Ethernet NNI (Y.1308)	ITU-T	2004	제정	TTAE,IT-Y1308	TTA
	Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services (Y.1730)	ITU-T	2004	제정	TTAE,IT-Y1730	TTA
	OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks (Y.1731)	ITU-T	2006	제정	TTAE,IT-Y1731	TTA
	OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks Errata 1 (Y.1731 Err.1)	ITU-T	2006	개정		TTA
	Ethernet protection switching (G.8031/Y.1342)	ITU-T	2008	개정	TTAE,IT-Y1342	TTA
	Ethernet ring protection switching (G.8032/Y.1383)	ITU-T	2008	제정		TTA
	Ethernet ring protection switching (G.8032 amd/Y.1383)	ITU-T	2008	제정		TTA
	Ethernet ring protection switching (G.8032v2/Y.1383)	ITU-T	2009	표준안	개발중	
	Generic protection switching - Linear trail and subnetwork protection (G.808.1)	ITU-T	2005	개정		TTA
	Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks (G.8021/Y.1341)	ITU-T	2004	개정	TTAE,IT-G8021/R1	TTA
	Virtual Bridged Local Area Network (802.1Q)	IEEE 802	2005	개정	초안 작성 중	TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment 4: Provider bridge (802.1ad)	IEEE 802	2006	제정	TTA,IE-802.3ad	TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment 6: Provider backbone bridge (802.1ah)	IEEE 802	2008	제정	TTA,IE-802.3ah	TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment 5: Connectivity Fault Management(802.1ag)	IEEE 802	2007	제정	채택 심의 중	TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment : Provider Backbone Bridge Traffic Engineering(802.1Qay)	IEEE 802	2009	제정		TTA
	Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment : Shortest Path Bridge (802.1aq)	IEEE 802	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	IEEE Std 1588 version 2	IEEE TC-9	2008	제정		KATS
이더넷 고속화기술	IEEE Standard for Information technology · Telecommunications and information exchange between systems · Local and metropolitan area networks · Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications	IEEE 802	2005	개정	TTA,IE-802-2002	TTA
	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method & Physical Layer Specifications Amendment - Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation, Type 10GBASE-T(802.3an)	IEEE 802	2006	제정	TTA,IE-802.3an	TTA



구 분	표준명	기구(업체)	제정연도	제개정현황	국내 관련표준	국내 추진기구
이더넷 고속화기술	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method & Physical Layer Specifications Amendment - Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation, Type 10GBASE-LRM(802.3aq)	IEEE 802	2006	제정	TTA,IE-802.3aq	TTA
	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method & Physical Layer Specifications Amendment - Ethernet Operation Over Electrical Backplanes(802.3ap)	IEEE 802	2006	제정	TTA,IE-802.3ap	TTA
	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method & Physical Layer Specifications Amendment - Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10Gb/s Passive Optical Networks(802.3av)	IEEE 802	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40Gb/s and 100Gb/s Operation(802.3ba)	IEEE 802	2010 이후	표준안 개발중		TTA
이더넷 전력기술	Data Terminal Equipment Power via Media Dependent Interface (803.3af)	IEEE 802	2003	제정		TTA
	DTE Power via the Media Dependent Interface Enhancements(802.3at)	IEEE 802	2009 이후	표준안 개발중		TTA
	Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for Energy Efficient Ethernet(802.3az)	IEEE 802	2010 이후	표준안 개발중		TTA

## [참고문헌]

- [1] IEEE 802.1 Working Group, <http://grouper.ieee.org/groups/802/1/>
- [2] IEEE 802.3 Working Group, <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/>
- [3] ITU-T Study Group 13, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/>
- [4] ITU-T Study Group 15, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/>
- [5] Metro Ethernet Forum, <http://www.metroethernetforum.org/>
- [6] Worldwide Ethernet and LAN Switch 2006~2010 Forecast, IDC #203724, 2006. 8.
- [7] Worldwide Router 2006~2010 Forecast, IDC #201081, 2006. 4.
- [8] Korea Telecom Service and Equipment 2006~2010 Forecast, IDC #KR14090628, 2006. 9.
- [9] 정보통신연구진흥원, BcN 기술 로드맵 ITRM2012, 2007. 1.
- [10] 한국이더넷포럼, IEEE 802 사실표준화기구 동향분석서 Ver. 2007.
- [11] TTA, IT839 전략 표준화 로드맵 Ver. 2007
- [12] 교학사, 최신 이더넷, 2002.
- [13] TTA, IT839 전략 표준화 로드맵 Ver. 2008
- [14] TTA, IT839 전략 표준화 로드맵 Ver. 2009
- [15] KEIT, BcN 분야, IT전략기술 로드맵 2015, 디스플레이 기술로드맵위원회, 2009
- [16] IETF, Routing Area, <http://www.ietf.org/>

## [약어]

AFDX	Avionics Full-Duplex Switched Ethernet
AV	Audio/Video
BcN	Broadband Convergence Network
CAPEX	Capital Expenditures
CCMP	Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol
CEI	Common Electrical Interface
CESR	Carrier Ethernet Switch Router
CFI	Call For Interest
CFM	Connectivity Fault Management
CN	Congestion Notification
EEE	Energy Efficient Ethernet
EPON	Ethernet Optical Passive Network
FDB	Filtering Database
HDMI	High Definition Multimedia Interface
HSSG	Higher Speed Study Group
ETS	Enhanced Transmission Selection
GMPLS	Generalized Multi Protocol Label Switching
IAPP	Inter-Access Point Protocol
IETF	Internet Engineering Task Force
IPR	Intellectual Property Rights

IS-IS	Intermediate system to intermediate system
LAG	Link Aggregation
LAN	Local Area Network
LSP	Label Switched Path
MAC	Media Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MEF	Metro Ethernet Forum
MIP	Mobile Internet Protocol
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MPLS-TP	Multi Protocol Label Switching-Transport Profile
MSPP	Multi-service Provisioning Platforms
NAS	Network Attached Storage
NGN	Next Generation Network
NIST	National Institute of Standards and Technology
NPF	Network Processing Forum
OAM	Operation Administration Management
OCC	Optical Cross Connect
OIF	Optical Interworking Forum
OTN	Optical Transport Network
PBBN	Provider Backbone Bridge Network
PBB-TE	Provider Backbone Bridge-Transport Engineering
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PLSB	Provider Link State Bridging
POTS	Pscket Optic Transport System
PTN	Pscket Transport Network
PW	Pseudowire
RPR	Resilient Packet Ring
SAN	Storage Area Network
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SONET	Synchronous optical networking
SPB	Shortest Path Bridging
STP	Spanning Tree Protocol
TESI	Traffic Engineering Service Instance
VLAN	Virtual LAN