

스마트그리드산업에서의 유망 IT R&D 분야 도출

정회원 심진보*, 하영욱*

A Study on the Prospective IT R&D Fields in the Smart Grid Area

Jin Bo Sim*, Young Wook Ha* *Regular Members*

요약

국내 스마트그리드 관련 기술 수준은 일부 분야를 제외하고 선진국들의 수준에 미치지 못하는 것으로 평가되고 있다. 이러한 상황 하에서, 본 연구는 스마트그리드 발전의 필수요소인 관련 IT기술을 조망해보고, 스마트그리드 분야에서의 유망 IT R&D분야를 도출하고자 하는 목적으로 수행되었다.

유망 IT R&D 분야의 도출을 위해 스마트그리드 관련 IT기술들의 경제성, 정책부합성, 기술타당성을 평가하는 2단계의 과정을 거쳤고, 그 결과 ① 센서, ② 정보보호, ③ AMI 미들웨어, ④ 전력관리의 4대 분야가 유망 분야로 선정되었다.

이 가운데 센서와 AMI 미들웨어 분야는 경제적으로 타당성이 높은 분야이기 때문에 핵심기술 개발에 집중하여 선도적 제품을 타국가보다 세계시장에 빨리 내놓는 전략(Focusing & First Mover Strategy)이 요구된다. 정보보호 분야에서는 국가 기간산업 차원에서의 전력망 안정성 확보 기술 분야와 전력사용자 측면에서의 개인·기업 정보보호 기술 분야로 나누어 R&D를 수행하는 R&D Sharing 전략이 기술개발의 효율성을 증대시킬 수 있겠다. 그리고 전력관리 분야는 한국전력 주도로 관리시스템의 요소기술들을 공동 개발하는 전략적 제휴(Strategic Alliance)가 바람직할 것이다.

Key Words : Smart Grid, Sensor, Information Protection, AMI Middleware, Electricity Management

ABSTRACT

Except for some fields, Smart Grid-related technology in Korea is considered to be below the level of developed countries. Under this situation, this study is conducted to look into IT technology related to Smart Grid and draw prospective IT R&D fields in the Smart Grid Industry. To seek out prospective IT R&D fields, the two-stage process evaluating economics, political property, and technical validity. According to the result, four fields of ① sensor, ② information protection, ③ AMI middleware, ④ electricity management are selected as prospective fields.

The sensor and AMI middleware fields focus on development of key technology, so the strategy that launches leading products in global market faster than other countries(Focusing & First Mover Strategy). The information protection field is divided into the safety technology for the field electricity network and the personal & corporate information protection technology, and therefore the R&D Sharing strategy is efficient. For the electricity management field, a strategic alliance for developing component technology of Grid is desirable.

* 한국전자통신연구원 (jbsim@etri.re.kr, hahaa@etri.re.kr)

논문번호: KICS2010-05-223, 접수일자: 2010년 5월 20일, 최종논문접수일자: 2010년 8월 19일

I. 서론

일반인들에게는 아직까지 다소 생소한 개념이었지만, 스마트그리드는 이미 산업과 사회 전반에 걸친 문제점들을 해결하는데 효과적인 방안으로 부상하고 있다. 즉, 세계적인 에너지수요의 폭발적 증대, 전력사용량의 증대, 온실가스 배출규제와 감축을 위한 사회적 비용의 증가 등 스마트그리드 추진의 당위성이 국제적 공감을 얻고 있는 것이다.

스마트그리드는 기존의 전력망(Grid)에 IT 기술을 결합함으로써 전력이용 효율을 최적화하는 초기 발상으로 시작하여, 이제는 안정적인 전력생산과 전기품질의 보장뿐만 아니라 새로운 에너지원의 확보, 환경오염 및 온실가스 문제 해결, 저탄소 녹색성장과 신성장동력의 발굴 등과 맞물려 산업 전반의 과제로 인식되고 있다. 특히, 미국의 오바마 대통령이 2009년 그린뉴딜정책의 일환으로 ‘스마트그리드 구축계획(Smart Grid Stimulus Package)’을 발표하고, 일본이나 EU 등도 각국이 처한 상황에 맞게 스마트그리드 분야를 육성하고자 하는 국가적 정책을 추진하면서 세계적인 화두로 부상했다. 우리나라도 2008년 그린에너지산업 발전전략의 과제로 스마트그리드를 선정하여 법적·제도적 기반을 마련하기 위한 작업을 진행하고 있으며, 2009년에는 ‘세계최초 국가단위의 지능형전력망 구축’에 대한 국가비전을, 2010년 1월에는 ‘스마트그리드 국가로드맵’을 발표했다.

이렇게 각국이 스마트그리드를 정책적으로 육성하고자 하는 의지를 밝히면서 스마트그리드 시장 및 투자에 대한 기대감 역시 급상승 중이다. 비록 스마트그리드 시장전망에 대해서는 기관마다 예측치가 상이하지만, 관련 시장의 성장가능성이 높다는 데에는 모두

일치된 의견을 보이고 있다.

스마트그리드 시장전망에 대해 국제에너지기구(IEA)는 2006~2030년 세계 스마트그리드 관련 시장이 총 2조9,870억 달러(약 3800조원)에 달할 것으로 전망하였고^[1], 시장조사업체인 Pike Research(2009)는 스마트그리드 시장 규모가 2015년에 2,000억 달러에 이를 것이라고 전망하고 있으며^[2], 한전KDN은 세계 스마트그리드 시장규모가 2010년 1,340억 달러에서 2015년 2,130억 달러, 2020년 3,540억 달러, 2030년 8,700억 달러로 연평균 9.8%의 성장률을 보일 것으로 전망하고 있다^[3].

또한, 스마트그리드 관련 투자전망에 대해 Cisco(2009)는 스마트그리드가 인터넷보다 더 큰 투자기회를 제공한다고 전망하고 있고^[4], American Society of Civil Engineers(2009)에서는 2030년까지 전력인프라 투자 규모가 2조 달러에 이를 것이라 전망했으며, Brattle Group(2008)은 2010년에서 2030년까지 1.5조 달러가 차세대 전력망에 투자될 것이라고 추정하고 있다^[5].

우리나라도 스마트그리드 개발 선도국으로 지정되면서(2009년 7월) 스마트그리드 관련 구상을 내놓고 있는데, 2030년까지 스마트그리드로 인해 창출되는 일자리 수가 연평균 8만개에 달할 것이며, 수출중대 기여금액의 누계가 95.6조 원, 내수창출 기여금액의 누계가 151.4조 원에 달할 것으로 전망하고 있다^[6].

한편, 스마트그리드가 미래 성장동력원이자 사회·경제적 문제의 해결방안으로 활용되기 위해서는 관련 기술의 국산화와 기술선도전략이 전제되어야 한다. 그러나 현재까지의 스마트그리드 기술경쟁력에 있어서, 우리나라는 AMI, 스마트미터, 모니터링 설비 등 일부 분야에서만 세계적 수준의 기술력을 보유하고 있을

표 1. 국내 주요 스마트그리드 기술 수준^[8]

구현기술	현수준 ¹⁾	비고
AMI	5	전력 IT관계로 연구중
스마트미터	5	외국 수준 기술력 확보
모니터링 설비	5	기반기금과제로 연구 중
분산형 EMS	4	연구 중, 적용 가능
전기품질 보상장치	3	연구 시 적용 가능
전기 저장설비	3	외국도 개발 중
연계운영, 협조제어, 보호	3	연구 시 적용 가능
전기자동차	2	준비 중
수요자원시장	2	시장이 있으나 활용도 낮음
실시간 가격제도(RTP)	1	제도 없음, 매우 중요한 기술

1) 현수준 점수는 5점 만점

뿐만 아니라 기술 분야에서는 선진국의 기술력을 따라잡지 못하고 있는 실정이다(표 1 참조).

본 연구는 이와 같은 배경 하에서, 스마트그리드가 성공적으로 전개·발전하는데 있어 필수요소인 관련 IT기술을 조망해보고, 스마트그리드 분야에서의 유망 IT R&D분야를 도출해 제언하고자 한다. 이러한 연구 목적을 위해 먼저 스마트그리드 관련 국내기술수준을 살펴보고, 스마트그리드를 통해 파생될 수 있는 스마트 신사업 분야와 분야별 IT의 역할을 조망해보겠다. 그리고 전문가 브레인스토밍과 설문조사 및 심층면담을 통해 스마트그리드 관련 유망 IT R&D분야를 선별하고, 해당 분야의 선도적 핵심기술을 확인하는 순으로 연구를 구성하였다.

II. 국내 스마트그리드 기술 수준

스마트그리드와 관련하여 한국은 세계 최고 수준의 배전 자동화 시스템 운영 및 기술력을 보유하고 있다. 이미 전력·IT 연구를 통해 ① 배전지능화 시스템 및 지능형 배전기기 개발, ② 차세대 디지털 변전시스템 개발, ③ 마이크로그리드 운영시스템 개발 등 스마트그리드 기반 기술을 확보하였고, 전력·IT통합 테스트베드를 구축 중에 있으며, KT에서는 직류배전을 이용한 IDC(Internet Data Center: 인터넷정보센터) 구축을 통해 에너지 효율화를 추구하는 연구를 수행하고 있다⁹⁾.

그러나 국내 스마트그리드 기술 수준을 선진국과 비교해 보면, AMI, 스마트미터, 모니터링 설비 등 기계적 측면에서는 선진국과 동등한 기술력을 확보하고

있지만, 수요반응기술, 전기자동차 관련 설비 등의 기술수준이 매우 낮다는 것을 확인할 수 있다. 또한 배전자동화 기술은 선진국 수준에 근접해 있으나, 분산발전 및 지능형 배전시스템의 계획·운영기술은 낙후되어 있는 상황이다. 전기자동차와 관련한 국내 배터리 기술은 선진국 수준이지만, 계통연계 및 운영기술은 아직 초기단계에 그치고 있다. 그리고 충전 관련 부품, 인터페이스 등 인프라 구축에 필요한 핵심분야의 기술은 본격적으로 개발 중에 있다⁸⁾.

한편, 요소기술별 국내 스마트그리드 기술의 현재 수준을 살펴보면, 설비이용 최적화 부문에서 S/A(Substation Automation: 변전자동화)와 스마트배전 기술은 선진국의 75%수준에 이르고 있지만, 신재생전원은 매우 취약한 것으로 평가되고 있다. 에너지 이용 최적화 부문에서 RTP(Real Time Pricing: 실시간요금제), DR(Demand Response: 수요반응), 전력저장은 선진국의 50%, 전기자동차 기술은 25% 수준에 불과하다. ICT인프라 부문에서 정보보호와 네트워크는 50% 수준이며, 통합솔루션은 매우 취약한 것으로 평가되고 있다.

결국, 전반적으로 국내 스마트그리드 관련 기술 수준은 일부 분야를 제외하고 선진국들의 수준에 미치지 못하는 것으로 평가되는데, 우리나라가 IT분야에서 세계적인 선진국임을 감안할 때, 이는 아직까지 스마트그리드 관련 R&D전략에 명확한 방향성이 없음을 보여주는 결과라 하겠다. 따라서 시장성이 있고, 국가정책에 부합하며, 기술적으로 경쟁력과 선도가능성을 가지는 R&D 분야들을 찾아내고, 해당 분야들을 적극 육성하는 전략적 방향성이 요구되는 상황인 것이다.

표 2. 스마트그리드 요소기술별 국내 현 수준⁹⁾

구분	요소기술	현재	스마트그리드	수준
설비 이용 최적화	S/A	변전소, 무인화, 원격제어	고장자동복구, 예방진단	75%
	Smart배전	AMR, 배전자동화(DAS)	AMI, Selg Healing, 분산전원 수용성	75%
	WAMAC	개별설비 보호, 원격제어	광역계통보호, 협조제어	50%
	신재생전원	소용량 분산전원 연계	연계용량 최적화, 양방향운전	25%
에너지 이용 최적화	RTP, DR	TOU, 공급자 주도 수요관리	공급자, 수요자참여 시스템	50%
	전력저장	소규모 저장장치 개발	저장장치 용량 대형화, 분산전원 연계용량 증대	50%
	전기자동차	충전인프라 기술개발	대용량 급속 충전인프라	25%
ICT 인프라	통합솔루션	공급자 중심 개별시스템	공급자, 수요자 통합시스템	25%
	정보보호	제한적 정보보호	다층구간 정보보호 요구	50%
	네트워크	중저속 or 단방향 통신	고속, 양방향, IP 통신망	50%

III. 스마트그리드 신사업과 IT의 역할

3.1 스마트그리드 니즈와 스마트 신사업 창출

전력산업은 전통적인 국가 기간산업으로, 전력서비스 업체가 사업을 주도하고 정부가 이를 통제하는 수준의 단순한 관계 속에서 제한된 니즈만이 존재해 왔다. 그러나 경제성장과 산업·문화의 고도화로 전력 및 에너지 수요가 증가하고, 가전기기 등 IT제품의 보급이 증가하면서 환경오염이 가중되고 있으며, 전력시스템의 노후화에 따른 손실이 발생하는 등 전력·에너지 산업의 환경이 변화하면서 관련 산업생태계가 복잡해지고, 다양한 니즈들이 발생하고 있다.

스마트그리드에 대한 주요 요구는 국가별로 상이한데, ① 미국은 대규모 정전을 경험한 뒤 노후 설비의 교체를 통해 국가 전력전달망의 성능 향상을, ② 유럽은 신재생에너지 발전 비율을 높이고 범유럽 차원에서 전력망의 효율적인 연계를, ③ 일본은 마이크로그리드의 확대에 중점을 두고 해당 분야의 경쟁력 확보를, ④ 한국은 이와 같은 해외 주요국의 니즈에 추가하여 국가 신성장 동력으로서 스마트그리드의 역할을 요구하고 있다.

한편, 스마트그리드에 대한 니즈는 사업자, 소비자, 정부 측면에서 다양하게 존재하는데, 이는 ① 전력 효

율화 니즈, ② 산업 활성화 니즈, ③ 그린화 니즈로 요약할 수 있겠다. 이러한 니즈를 충족시키기 위해 스마트그리드는 단순히 IT기술과 전력산업의 결합을 넘어 타 산업과 융합하면서 스마트 신사업을 창출시키는 기반이 될 것으로 전망된다(그림 1 참조).

3.2 스마트그리드에서의 IT 분야

스마트그리드를 통해 파생되는 각각의 스마트 신사업 분야에서 IT의 역할은 여러 사업에 걸쳐 중복되는 부분(예: 전력반도체)이 있고, 동일한 품목이지만 신사업 분야별로 그 위계가 상이한 부분도 있다. 따라서 스마트 신사업별로 IT 분야를 분석하는 미시적 접근보다는 스마트그리드 관련 IT분야 전체를 체계적으로 분류한 후 분석하는 거시적 접근이 바람직하겠하다.

우리나라는 정보통신 표준화기구인 TTA에서 “정보통신부문 상품 및 서비스 분류체계”를 제·개정하고 있는데, 정보통신산업을 크게 정보통신서비스, 정보통신기기, 소프트웨어 및 컴퓨터관련 서비스로 분류하고 세부분야를 구분하고 있다. 본 연구에서는 TTA의 분류체계를 준용하여 스마트그리드에서의 IT 분야를 크게 NDPS(Network, Device, Platform, SW/Contents)의 4개 분야로 분류하고, 세부분야를 결정했다(표 3 참조).

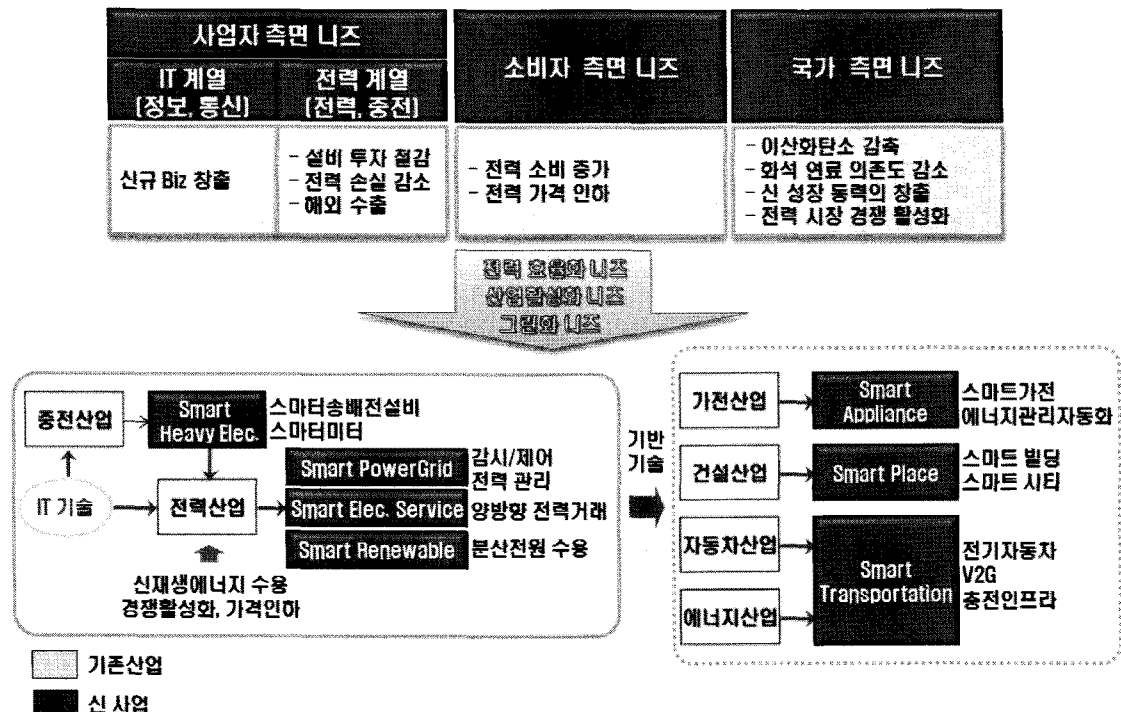


그림 1. 스마트그리드 니즈와 스마트 신사업의 파생

표 3. 스마트그리드 관련 IT 분야 및 세부품목

IT 분야		세부 분야
Network	네트워크 통합	유무선 통신망, 센서 네트워크, SI(택내 중심)
Device	통신부품	전력반도체(대용량, 중대용량, 중소용량), 센서, BPL 모뎀칩셋, 태양광 발전 모듈, LED 등
	인터페이스	인터페이스(H/W 뿐만 아니라 웹, 포털 등도 포함)
Platform	H/W	스마트미터
	S/W	AMI 미들웨어
SW / Contents	응용 S/W	전력관리, 품질보상, 수요반응, 에너지관리, 실시간가격산정, 양방향전력거래
	정보보호	보안관리, 침입탐지, 안티 바이러스, 시스템 보안, 암호 및 인증
	DB 및 정보분석	전력운용정보(공급자, 소비자)분석, 모바일/내비게이터 정보

IV. 스마트그리드 IT R&D 유망분야 도출

4.1 유망분야 도출방법

유망 IT R&D 분야의 도출을 위한 평가 항목은 기획재정부(2009)의 '에비타당성조사 운용지침'의 방법을 준용하였다. 동 지침에서는 국가연구개발사업의 경우에 경제성 분석, 정책성 분석, 기술성 분석(또는 지역균형발전 분석)을 평가 항목으로 설정하도록 하고 있다¹⁰⁾.

본 연구에서는 각 평가 항목을 적용함에 있어 2단계의 주요 과정을 거쳐 각 단계별로 해당 분야를 압축해 나가면서 최종적인 유망 IT R&D 분야들을 도출하도록 하였다. 먼저, 1단계는 한국전자통신연구원

(ETRI) 경제분석연구팀에서 산업분석 및 브레인스토밍을 통해 경제성(시장규모, 산업과급효과 등) 및 정책부합성(정부정책 목표 수준)이 높은 분야를 도출하는 Screen 단계이고, 다음으로 2단계는 스마트그리드 관련 기술전문가들을 대상으로 설문조사와 심층면담을 실시하여 기술타당성(기술경쟁력, 기술선도성 등)이 높은 분야를 도출하는 Selection 단계이다(그림 2 참조).

스마트그리드 유망 IT R&D 분야 도출 과정의 보다 구체적인 절차는 다음과 같다.

(1) 산업분석자료를 기반으로 ETRI 경제분석연구팀에서 8차례의 브레인스토밍을 거쳐 스마트 신사업 분야별 IT의 역할 도출



그림 2. 스마트그리드 유망 IT R&D 분야 도출 프로세스

(2) 도출된 IT 역할을 NDPS 분류체계 상의 IT R&D 분야로 분류

(3) IT R&D 분야 발굴을 위한 조사항목의 타당성에 대한 관련 전문가 Pilot Test

(4) 경제분석연구팀의 IT R&D 분야의 경제성 및 정책부합성 평가(1단계)

(5) 스마트그리드 관련 기술전문가(ETRI 스마트그리드 테스크포스 구성원 및 표준전문가 13명)를 대상으로 기술성 평가 설문 실시(2단계)

(6) 선정된 스마트그리드 유망 IT R&D 분야별 기술전문가 심층면접(Depth Interview)을 통해 요구기술 및 핵심기술 도출

4.2 경제성 및 정책부합성 분석 결과

1단계에서는 ETRI 경제분석연구팀이 스마트그리드와 관련된 IT R&D 세부분야(표 3 참조) 각각에 대한 경제성 및 정책부합성을 평가하여 표 4와 같이 평가점수가 높은 8개 분야를 선정했다. 1단계의 평가항목은 ① 해당 분야에서 직접 창출되는 시장규모를 고려한 시장성, ② 수입대체 및 수출증가 또는 관련된 시장의 파급효과 등을 고려한 산업파급효과성, ③ 해당 분야와 관련한 정책목표의 수준을 고려한 정책부합성의 3가지 주요 항목으로 구성되어 있다.

경제성 및 정책부합성 평가 결과, 정보보호 분야가 가장 높은 점수를 받았다. 정보보호 기술은 수입대체 등의 파급효과가 높고, 정부가 적극적 의지를 가진 분야들(스마트미터 등)에서 필수기술이기 때문이다. 다

음으로 전력반도체와 센서 분야의 평가 점수가 높게 나왔는데, 이는 해당 분야의 시장규모가 크고, 수입대체 효과가 높은 것으로 판단되었기 때문이다.

그밖에 AMI 미들웨어, 전력관리, 전력거래, 품질보상, 전력운용정보분석 등도 경제성 및 정책부합성이 있는 분야로 평가되었다.

4.2.1 전력반도체

전력반도체란 전력을 시스템에 맞게 배분하는 제어와 변환기능을 가진 반도체로, 단순히 전력을 조절 및 전달하는 역할에서 에너지 효율제고 및 시스템 안정성과 신뢰성을 좌우하는 역할로 그 역할이 확장되고 있다.

전력반도체는 관련 시장규모가 크며, 스마트그리드의 성장에 따라 관련된 전력반도체의 수요 증가가 예상된다. 전력반도체는 스마트그리드 관련 대부분의 장비/단말에 사용되며, 전기자동차/스마트가전/컴퓨터와 주변기기/스마트충전 등의 성장에 따라 전력반도체 시장 역시 급성장할 것으로 전망되는데, 세계 전력반도체 시장은 2009년 200억 달러에서 2013년 280억 달러로 성장 예측되고 있다¹⁾. 한편, 전력반도체의 국산화가 일부 진행되고는 있으나, 대부분(90% 이상) 미국, 유럽, 일본 등 해외로부터의 수입에 의존하고 있는 것이 현실이다. 따라서 전력반도체의 개발은 전력반도체 수입 대체에 기여할 것으로 전망된다.

전력반도체는 지능형 중전설비, 지능형 가전, 전기자동차, 스마트미터 등에 주로 활용될 것으로 전망된

표 4. 주요 IT R&D 분야의 경제성 및 정책부합성 평가 결과

분야	경제성		정책부합성 ³⁾	총합 ⁴⁾
	시장성 ¹⁾	산업파급효과 ²⁾		
전력반도체	4	5	3	4.0
센서	4	5	3	4.0
AMI 미들웨어	2	4	5	3.7
정보보호	3	5	5	4.3
전력관리	2	5	2	3.0
전력거래	3	4	4	3.7
품질보상	3	3	3	3.0
전력운용정보분석	3	3	4	3.3

- 1) 시장성은 직접 관련된 시장으로 한정하며, 관련 국내시장 기준으로 연간 1조원 이상의 시장전망 시 5점을 부여하고 기타의 경우부터 4점 이하로 부여
- 2) 산업파급효과는 간접적으로 관련된 시장의 매출, 수출증대, 수입대체 효과 등을 함께 고려하여 판단
- 3) 정책부합성은 정부에서 해당 분야와 관련하여 강력한 정책목표 제시 시 5점, 기타의 경우에는 정책목표 수준을 고려하여 4점 이하로 평가
- 4) 총합 점수는 시장성, 산업파급효과, 정책부합성 평가 점수를 산술평균하여 산정

다. 한편, 정부는 지능형 전력망을 통한 송배전 손실을 현재의 4.0%에서 2020년 3.5%로 설정하고 있으며, 전기자동차의 경우 2020년 약 15만 대로 전체 차량의 1% 이하의 규모로 설정하는 등 중·단기적인 관련 정책 목표수준은 높지 않은 것으로 판단된다.

4.2.2 센서

센서란 어떤 외부 자극에 대해 반응을 감지할 수 있는 장치나 시스템을 말하며, 전력망 감시와 수용가(주택, 빌딩, 공장)에서의 각종 환경 및 장비/단말 감시 등에 활용될 것으로 전망된다.

센서시장은 지속적으로 성장하고 있는 시장이며, 에너지의 경제적 사용을 추구하는 여러 분야와 신재생에너지 관련 분야(태양열에너지 변환, 광량/풍량/열 측정 등)가 성장하면서 스마트그리드 센서시장이 향후 급성장할 것으로 전망된다. 전세계 스마트 센서 및 장비시장은 2010년 376억 달러에서 2013년 855억 달러로, 연평균 17.9%의 성장이 전망되며^[12], 국내 시장은 2010년 약 4,400억 원에서 2020년에는 약 3조 원 이상으로의 성장이 전망된다^[13]. 한편, 국내 센서산업은 수출증가세를 나타내고는 있지만, 여전히 대부분의 센서를 수입에 의존하고 있다. 특히 반도체식 온·습도 복합 센서의 경우에는 개별 센서의 90% 이상을 수입하고, 이를 모듈화하여 내수 및 재수출하고 있다^[14]. 따라서 센서 분야의 개발은 수입대체 및 수출증가에 기여할 것으로 판단된다.

센서는 신재생에너지 발전, 지능형 전력망, 전기자동차, 스마트미터 등에 주로 활용될 것으로 전망된다. 정부는 신재생에너지 비율과 주택 전기에너지 자급률 목표를 2020년에 각각 6.1%와 10% 수준으로 상당히 높게 제시하고 있으나, 지능형 전력망과 전기자동차의 목표 수준은 상대적으로 낮게 설정하고 있다.

4.2.3 AMI 미들웨어

AMI(Advanced Metering Infrastructure: 첨단검침 인프라) 미들웨어는 수용가의 다양한 에너지 사용량을 지정한 계획대로 측정, 수집, 분석하기 위한 플랫폼으로 사용된다.

스마트미터의 대규모 전개 및 응용영역 확대 전망에 따라 AMI 미들웨어의 수요가 급증할 것으로 전망된다. 전세계 스마트미터링 H/W 및 S/W는 2009년 64억 달러에서 2014년 190억 달러로 연평균 17.9% 수준의 성장이 전망된다^[12]. 한편, AMI 미들웨어의 개발을 통해 신규 수익 창출 또는 수입 대응이 가능할 전망이다. 소비자 단계에서 이루어지는 다수의 응용서

비스들은 AMI 미들웨어 기반 위에서 제공되므로, 미들웨어의 개발은 응용서비스 제공자와의 수익배분이라는 새로운 수익원을 창출할 수 있다. 또한, 해외 업체의 국내 시장진입 및 응용서비스의 수익분배 요구 등에 대응할 수 있을 것이다.

AMI 미들웨어는 스마트미터의 보급에 따라 필수적으로 요구되는 부분이다. 정부에서 스마트미터의 적극적인 보급을 목표(2020년 100%)로 하고 있기 때문에 AMI 미들웨어 분야는 정책적으로도 중요한 분야가 될 전망이다.

4.2.4 정보보호

정보보호는 공급자 측면에서는 내·외부의 위협요인들로부터 네트워크, 시스템 등을 안전하게 보호·운영하기 위한 기술을 말하며, 사용자 측면에서는 개인 정보 유출 및 남용 방지를 위한 기술을 의미한다.

기존 정보보호시장은 연평균 10% 정도의 성장이 전망되고 있으며, 스마트그리드에서는 정보보호가 필수적이므로 더욱 고성장이 기대된다. 전세계 보안 S/W시장은 2006년 87억 달러에서 2013년 195억 달러로 연평균 9.3%의 성장이 전망되고 있으며^[15], 국내 보안 S/W시장은 2008년 2,107억 원에서 2009년 2,302억 원(추정)으로 9.3%의 높은 성장을 한 것으로 나타나고 있다^[16]. 한편, 기존 국내 정보보호시장의 대부분은 해외 업체에 의존하고 있으나, 향후 스마트그리드를 위한 정보보호 개발을 통해 스마트그리드 정보보호 S/W의 국산화뿐만 아니라 기존 정보보호 S/W의 수입 대체도 기대할 수 있겠다.

정보보호는 스마트미터, 양방향 전력거래, 전력관리 등의 분야에서 필수요소가 될 것으로 전망된다. 정부에서는 스마트미터 보급에는 매우 높은 정책적 지원을 보이고 있고, 시장참여소비자 비율 목표를 2020년에 15%로 설정하는 등 전력거래와 관련해서도 비교적 높은 정책목표를 제시하고 있다.

4.2.5 전력관리

전력관리는 전력망의 자동 관리 및 전송망의 효율적 사용(전송 최적화, 자산관리) 등을 달성하기 위한 기술로, 감시/진단/제어/치유, 계통연계, 전송 최적화, 자산관리 등에 활용된다.

전력관리 기술은 수요자가 많지 않으므로, 자체적으로 큰 규모의 시장은 아닐 것으로 전망된다. 전력관리와 관련된 Systems & Network Management S/W분야의 국내시장은 2008년 1,039억 원에서 2009년 1,061억 원(추정)으로 2.1% 성장한 것으로 나타났다^[16]. 한

편, 기존 Systems & Network Management S/W분야는 HP, IBM, BMC 등의 해외 업체가 대부분을 장악하고 있는데, 향후 전력관리 S/W의 개발을 기반으로 스마트그리드 전력관리 S/W의 국산화뿐만 아니라 기존 영역 S/W의 수입대체를 기대할 수 있겠다. 또한, 패키지 형태의 전력관리시스템(센서+센서네트워크+전력관리프로그램+설비 등) 개발을 통해 신규수출 상품을 창출할 수 있을 것으로도 기대된다.

전력관리는 지능형 전력망을 위한 주요 기술로 활용될 전망이다. 우리나라의 경우 타 선진국들에 비해서 최신의 전력 설비를 갖추고 있어서(표 5 참조), 정부는 정전시간 및 송배전 손실률에 대한 정책목표를 다음과 같이 제시하고 있다.

- 호당 정전시간: '12년 15분, '20년 12분, '30년 9분
- 송배전 손실률: '12년 3.9%, '20년 3.5%, '30년 3.0%

2.6. 전력거래

전력거래란 수요와 공급의 다양한 참여자가 각기 보유한 전력 자원을 자유롭게 거래하여 에너지 효율을 극대화하는 기술을 말하며, 단방향 전력거래와 양방향 실시간 전력거래(수요자 참여)가 가능하다.

스마트그리드에서는 다양한 분산전원의 수용에 따라 수많은 전력서비스 사업자가 등장할 것으로 예상된다. 또한, 중·장기적으로 양방향 전력거래의 보편화는 전력거래 S/W의 성장을 견인할 것으로 전망된다. 이와 관련된 분야로 국내 Applications S/W시장의 규모는 2008년 1.1조 원에서 2013년 1.5조 원으로 연평균 6.6%의 성장이 전망되고 있다^[6]. 한편, 향후 전력거래 프로그램 개발을 통해 신규 S/W시장의 국산화가 가능할 것으로 전망되며, 전력거래를 위해 전력운용정보분석이 요구되면서 전력거래시스템(전력운용정보분석+전력거래 등)의 패키지 수출이 가능할 것으로 기대된다.

정부는 양방향 전력거래와 관련하여 시장 참여 소비자 비율을 2012년 시범도입, 2020년 15%, 2030년 30%로 제시하는 등 비교적 높은 정책목표 수준을 정하고 있다.

표 5. 전기품질의 국제비교^[7]

구분	한국	일본	프랑스	미국	영국
송·배전 손실률(%)	4.0	5.0	6.6	6.8	8.6
정전시간 (분/호·년)	16	11	66	138	78

4.2.6 품질보상

품질보상이란 신재생발전원의 급격한 출력 변동과 전력 조류 변경에 기인한 계통 전압과 주파수 변동을 억제하는 전력품질 유지기술을 말하며, 전력품질 유지를 통한 다양한 신재생발전원의 전력 수용을 위한 기술로 활용될 전망이다.

분산전원의 수용을 위해 우선적으로 해결해야 될 문제가 전력품질의 보장이며, 품질보상과 관련된 수요는 분산전원의 확산과 함께 급성장할 것으로 전망된다. 이와 관련한 국내 Systems & Network Management S/W분야는 현재 약 1,000억 원 규모의 시장이 형성될 것으로 예상되는데^[6], 분산전원의 다양화에 따라 관련 시장은 더욱 성장할 것으로 기대된다. 한편, 기존 Systems & Network Management S/W분야는 해외 업체가 대부분을 장악하고 있어 향후 해외 의존가능성이 높지만, 국내에서 신규 품질보상 S/W 개발을 통해 이를 대체할 수도 있을 것으로 기대된다.

정부는 품질보상이 필요한 신재생에너지와 주택 전기에너지 자급률에 대해 다음과 같은 목표를 제시하고 있다.

- 신재생에너지 비율: '12년 3.1%, '20년 6.1%, '30년 11.0%
- 주택 전기에너지 자급률: '12년 시범도입, '20년 10%, '30년 30%

4.2.7 전력운용정보분석

전력운용정보분석은 공급자 측면 전력망에서의 전력 운용정보 및 수요자 측면에서의 전력 운용정보를 수집하고 분석하는 기술로, 전력운용정보의 분석을 기반으로 수요반응, 에너지관리, 양방향전력거래 등의 응용서비스가 가능해질 것이다.

전력운용정보분석은 수요가 크고 성장성이 높을 것으로 전망되는데, 관련 분야로 국내 Information and Data Management S/W의 경우 2008년 3,777억 원에서 2009년 4,017억 원(추정)으로 성장하고 있다^[6]. 한편, 전력운용정보분석 S/W 개발을 통해 신규로 창출될 시장의 국산화 및 수입대체가 가능할 것으로 기대된다.

4.3 기술타당성 분석

2단계에서는 스마트그리드 관련 기술전문가 대상 설문조사를 통해 기술경쟁력과 기술선도성 평가점수를 얻고, 그 결과를 기준으로 기술타당성의 순위를 결정했다(표 6 참조). 기술타당성의 세부 평가항목은 기

표 6. 주요 IT R&D 분야의 기술타당성 평가 결과

분야	기술경쟁력	기술선도성	종합 ¹⁾
전력반도체	3.07	3.21	3.14
센서	3.64	3.93	3.79
AMI 미들웨어	3.64	3.64	3.64
정보보호	3.86	3.93	3.89
전력관리	3.25	3.75	3.50
전력거래	3.21	3.43	3.32
품질보상	3.07	3.43	3.25
전력운용정보분석	3.00	3.56	3.28

1) 종합 점수는 기술경쟁력, 기술선도성 평가 점수를 산술평균하여 산정

술전문가의 자문을 받고, Pilot Test를 거쳐 최종적으로 확정했으며, ① 기술경쟁력은 관련 분야에 대한 우리나라 IT의 경험·노하우·R&D역량 측면의 경쟁력을 평가하는 항목이고, ② 기술선도성은 관련 R&D 수행 시 기술이나 시장을 선도할 수 있을 것이라고 판단되는 정도를 평가하는 항목이다.

기술타당성 평가는 ETRI의 스마트그리드 테스트코스 및 표준전문가 등 기술전문가 13명을 대상으로 한 설문문을 통해 수행하였다. 이후 선정된 유망 IT R&D 분야에 대해서 관련 전문가 별로 심층면담을 거쳐 추가적으로 요소기술 및 핵심기술 등을 도출하였다.

전문가 설문 결과, 정보보호, 센서, AMI 미들웨어, 전력관리 순으로 기술타당성이 높은 것으로 평가되었다. 정보보호 및 AMI 미들웨어는 관련 소프트웨어 분야의 풍부한 개발 경험을 보유한 것이, 센서도 지속적인 연구개발 노하우를 축적한 것이, 전력관리는 개발 시 기술선도를 할 수 있는 점이 높은 평가 점수를 이끈 동인으로 해석된다.

한편, 전력거래, 품질보상, 전력운용정보 등 응용 기술 분야의 경우에는 기술타당성 평가 점수가 높지 않았지만, 향후 기술 환경의 변화에 따라 기술타당성이 향상될 수 있는 분야로 인식되고 있었다. 가령 국내에 분산전원의 확대가 더욱 가속화된다면 품질보상 및 전력거래에 대한 기술타당성이 크게 높아질 수도 있을 것이다. 또한, 전력운용정보분석은 AMI 미들웨어 기술을 활용한 1차적 영역인데, 이 또한 응용 서비스가 활성화된다면 기술적 중요성이 부각될 것이다. 이에 반해 전력반도체는 전반적으로 기술타당성이 낮은 것으로 평가되고 있는데, 이는 이미 중전업체 중심으로 전력반도체의 개발이 많이 진행된 상태라 새로운 기술개발의 필요성이 떨어진다고 판단하는 것으로 해석된다.

4.4 스마트그리드 유망 IT R&D 분야 도출

스마트그리드 관련 유망 IT R&D 분야를 도출하기 위한 최종 선정 프로세스 및 결과는 표 7과 같다. 경제성 및 정책부합성 평가를 통해 1단계에서 추출된 분야는 전력반도체, 센서, AMI 미들웨어, 전력관리, 전력거래, 품질보상, 정보보호, 전력운용정보분석의 8개 분야였고, 이 가운데 기술타당성 평가를 통해 도출된 분야는 센서, 정보보호, AMI 미들웨어, 전력관리의 4대 분야이다.

이후 4대 분야별로 해당 기술전문가와의 심층면담을 수행하여 요소기술과 핵심기술을 확인하는 과정을 거쳤는데, 이렇게 확인된 핵심기술이 바로 전략적으로 R&D에 주력해야 할 대상이라고 볼 수 있겠다.

4.4.1 센서분야의 요소기술 및 핵심기술

센서 기술은 기존의 에너지 분야(자원 탐사 등)에서 광범위하게 활용되고 있는데, 전력의 경제적 사용과 환경오염 및 기후변화가 사회적 이슈로 부각되면서 스마트그리드 산업에서의 기술적 진보가 요구되고 있다.

스마트그리드의 전개를 위해서는 전력소모량을 정확히 측정하고, 망을 모니터링하는 전기 및 전류 센서 기술이 필요하며, 전기자동차에서도 전류를 분배하는 등의 여러 센서 기술이 요구된다. 또한, 신재생에너지 발전이 성장하는 상황 하에서, 태양열에너지 변환 및 광량의 신뢰성 있는 측정, 풍량(風量)의 신뢰성 있는 측정, 열(온도)의 신뢰성 있는 측정을 위한 센서 기술이 요구되고 있다.

센서에서는 신기술의 혁신적 개발보다는 기존 기술의 개선이 요구되며, 주요 요소기술로는 ① 저가격 기술, ② 고 신뢰성 기술, ③ 소형화 기술, ④ 저전력 기술 등을 꼽을 수 있다. 이 가운데 저가격에 센서를 구

표 7. 스마트그리드 관련 유망 IT R&D 분야 도출 프로세스 및 결과

IT 분야		1단계 (경제성, 정책타당성)	2단계(기술타당성)
Network	네트워크 통합	-	-
Device	통신부품	전력반도체, 센서	센서
	인터페이스	-	-
Platform	H/W	-	-
	S/W	AMI 미들웨어	AMI 미들웨어
SW / Contents	응용 S/W	전력관리 전력거래 품질보상	전력관리
	정보보호	정보보호	정보보호
	DB 및 정보분석	전력운용정보분석	-

현하는 기술, 여러 환경변화 측정에 높은 신뢰성을 제공해 주는 고 신뢰성 기술 및 소형화 기술이 핵심기술로 평가되고 있다.

표 8. 센서 분야의 요소기술 및 핵심기술

요소기술	핵심기술
저가격 기술 고 신뢰성 기술 소형화 기술 저전력 기술	저가격 기술 고 신뢰성 기술 소형화 기술

4.4.2 AMI 미들웨어 분야의 요소기술 및 핵심기술

전력회사 대부분이 스마트그리드로 인해 발생할 대량 데이터를 관리하고, 효과적으로 저장·활용하는 것을 도전과제로 여기고 있을 정도로 AMI 미들웨어 분야는 병목 분야이자 향후 응용서비스 개발의 시초가 되는 중요한 기술 분야이다¹⁸⁾.

AMI 미들웨어의 주요 요소기술을 살펴보면, ① 공통 인터페이스: 미들웨어를 이용하는 여러 응용서비스 간의 표준 인터페이스, ② ADC(Automatic data collection): 데이터 충돌 없이 자동으로 데이터 수집,

표 9. AMI 미들웨어 분야의 요소기술 및 핵심기술

요소기술	핵심기술
공통 인터페이스 Network abstraction ADC(Automatic data collection) Verification & editing Data repository	구현이 어려운 기술 - Verification & editing 활용도가 다양한 기술 - Network Abstraction - Scheduling(ADC) - Data repository

③ Network Abstraction: 여러 가지 네트워크를 단일한 인터페이스로 접속할 수 있도록 하는 기술, ④ Verification and editing: 수집한 데이터가 정상적인지 비정상적인지를 확인하는 기술, ⑤ Data repository: 실시간 쿼리를 지원하는 대용량 기술 등을 꼽을 수 있다.

특히, 분산전원의 수용에 따라 계량기가 반대로 돌아가는 경우가 발생하게 되는데, 이러한 현상을 적절하게 인식하는 Verification & Editing 기술은 현재까지 구현하기가 매우 어려운 기술로 평가되고 있다. 또한, Network Abstraction, ADC, Data repository 등은 활용도가 다양할 것으로 기대된다.

4.4.3 전력관리 분야의 요소기술 및 핵심기술

미국 등 전력망의 노후화가 심각한 국가들에서 스마트그리드의 중점 부분은 전력의 효율적 관리를 통한 전력손실 최소화 및 정전 방지이다. 물론 국내에서는 이러한 요구사항이 단기적으로는 크지 않겠지만, 시간이 경과할수록 중요한 요구가 될 것으로 예상된다.

전력관리는 기존 통신망에서의 관리시스템을 전력망에서 그대로 적용할 수 있다는 점에서 IT R&D 분야로서 큰 장점이 있는 것으로 판단되고 있다. 즉, 전력망에서의 관리 기술이라는 것이 전혀 새로운 기술의 창조가 아니라, 기존 통신망에서의 관리 기술을 적용하는 것이라는 해석이다.

표 10. 전력관리 분야의 요소기술 및 핵심기술

요소기술	핵심기술
CIM 표준 지원 전력 시스템 인프라 관리	고신뢰성 보장 표준 기반 전력 시스템 인프라 관리

전력시스템에서 사용하는 공통 모델인 CIM (Common Information Model)은 IEC TC57 WG13에서 IEC61970의 한 부분으로 표준화가 진행되고 있다. 이에 따라 CIM 표준 지원 전력시스템 인프라 관리가 전력관리 분야의 요소기술이라고 볼 수 있으며, 핵심기술은 고 신뢰성 보장 표준 기반 전력시스템 인프라 관리가 되겠다. 핵심기술 분야를 보다 세부적으로 살펴보면, ① 시스템 S/W의 논리적 검증을 위한 정형방법 및 함수 프로그래밍 기법, ② 시스템 관리 영역의 고 신뢰성 보장을 위한 실행-운영환경 격리 기술, ③ 상호호환성 제고를 위한 CIM 표준 기반 전력 인프라 관리 기술, ④ 실시간 이벤트 발생지점 파악 및 고장지점 격리 기술, ⑤ 고장회복 및 고장예방을 위한 자율시스템 관리 기술 등을 꼽을 수 있다.

한편, CIM 표준은 유럽 중심으로, 국내는 이러한 표준화에 참여하지 않고 있어서 기술개발의 장애요인이 되고 있으며, 향후 지역 표준화 등을 위한 표준화 전략이 요구될 것으로 판단된다.

4.4.4 정보보호 분야의 요소기술 및 핵심기술

기존 전력망은 폐쇄형 운영관리로 정보보호가 크게 문제되지 않았지만, IT의 결합을 통해 개방형, 양방향 운영관리로 전환되어 감에 따라 정보보호 이슈가 부각할 것으로 예상된다.

정보보호 영역은 크게 ① 기기보안(전자자동차, 전력기기, 미터기 등), ② 모니터링(보안관제), ③ 기기인증인프라, ④ 신재생망 안정보장 등으로 구분이 가능하다. 기기보안을 위해서는 전자서명, 암호, 하드웨어 공격방지, 부채널 공격방지 등의 기술이 필요한데, 기기의 가격 하락을 위해 알고리즘 경량화 및 저면적 기술이 핵심기술로 평가되고 있다. 또한, 모니터링을 위해서는 환경 센서를 활용한 보안이 핵심기술로 평가되고 있고, 기기인증인프라에서는 기기인증을 위한 새로운 라이프사이클(생성-검증-폐기)이 핵심기술로

표 11. 정보보호 분야의 요소기술 및 핵심기술

요소기술	핵심기술
기기보안 - 전자서명 - 암호 - 하드웨어 공격방지 - 부채널 공격방지	알고리즘 경량화 기술 저면적 기술
모니터링(보안관제)	환경 센서 포함한 보안
기기인증인프라	기기인증을 위한 새로운 라이프사이클 (생성-검증-폐기)

요구되고 있다.

V. 결론 및 제언

우리나라는 2009년 7월 이탈리아 라퀼라에서 열린 선진 8개국 정상회의 기후변화포럼에서 스마트그리드 개발 선도국가로 지정되었다. 정부차원에서 스마트그리드를 신성장동력으로 육성하겠다는 적극적인 의지의 표현인 것이다. 그러나 현재 우리의 스마트그리드 관련 기술력은 AMI, 스마트미터, 모니터링 설비 등 일부 분야에서만 선진국 수준에 근접해 있을 뿐 여타 기술 분야의 경쟁력은 미흡한 실정이다. 따라서 우리나라가 진정한 스마트그리드 선도국가로 세계시장을 주도하기 위해서는 관련 기술의 전략적 R&D가 전제되어야만 한다.

본 연구는 이 같은 문제의식을 기반으로, 시장성 있고, 국가정책에 부합하며, 기술적으로 타당성이 있는 스마트그리드 관련 유망 IT R&D 분야들을 도출하고자 하였다.

유망 IT R&D 분야의 도출을 위한 두 단계의 조사 과정이 설계되었는데, 1단계는 산업분석 및 브레인스토밍을 통해 경제성(시장규모, 산업파급효과 등) 및 정책부합성(정부정책 목표 수준)이 높은 분야를 도출하는 단계였고, 2단계는 스마트그리드 관련 기술전문가들을 대상으로 설문조사와 심층면담을 실시하여 기술타당성(기술경쟁력, 기술선도성 등)이 높은 분야를 도출하는 단계였다. 이 두 단계를 거친 결과, ① 센서, ② 정보보호, ③ AMI 미들웨어, ④ 전력관리의 4대 분야가 스마트그리드 유망 IT R&D 분야로 선정되었다.

스마트그리드 산업생태계는 분명 협력과 공존을 통해 시너지를 창출할 수 있는 ‘융합의 장(場)’이다. 정부나 사업자 또는 연구기관 단독으로 스마트그리드 기술표준을 선도하거나 핵심기술-전력관리시스템을 개발하는 것은 어렵겠지만, 전략적 제휴를 활용하거나, 유망 분야에 대한 전략적 집중화 및 타이밍 전략을 제대로 구사한다면, 스마트그리드 개발 선도국의 위상에 어울리는 기술력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

먼저 ‘센서’와 ‘AMI 미들웨어’ 분야는 경제적으로 타당성이 높은 분야이기 때문에 ‘저가격-고 신뢰성-소형화 센서 기술’과 ‘Verification & Editing 기술’ 개발에 집중적인 지원(Focusing Strategy)이 요구된다. 즉, 정부의 정책적 지원 하에 정부출연연구기관, 한국전력, S/W 개발업체가 공동으로 대형 연구개발 프로젝트를 수행하여 선도적 제품을 타국가보다 세계시장

에 빨리 내놓는 것(First Mover Strategy)이 성공의 관건이 될 것이다.

다음으로 '정보보호' 분야는 국가 기간산업 차원에서 전력망 안정성 확보 기술 분야와 전력사용자 측면에서의 개인·기업 정보보호 기술 분야로 나누어 R&D를 수행하는 것이 현실적으로 타당할 것이다. 즉, 전력연구원·한국전기연구원·국가보안연구소 등이 발전·송전·배전 단계에서의 전력망 안정성 확보 기술을 개발하고, 가전업체·건설업체·S/W 및 솔루션 개발업체·정부출연연 등이 배전·수용가-Smart Application 단계에서의 정보보호 기술을 개발하는 R&D Sharing 전략이 기술개발의 효율성을 증대시킬 수 있겠다.

한편, '전력관리' 분야에서는 전력망을 보유·운용하고 있는 한국전력이 중심이 되어 관리시스템을 구성하는 요소기술들을 타 연구기관 및 업체들과 공동 개발하는 전략적 제휴(Strategic Alliance)를 수행하고, 이렇게 개발된 전력관리시스템을 하나의 수출상품으로 육성하는 방안을 기대한다.

마지막으로, 본 연구는 소수의 한정된 전문가들을 이용하여 산업분석, 브레인스토밍, 설문조사, 심층면담을 수행해서 연구결과를 도출했다는 한계가 있지만, 향후 스마트그리드와 관련한 인문사회학적 연구와 기술개발 연구의 지침으로 활용될 수 있으리라 기대하는 바이다

참 고 문 헌

- [1] IEA, *World Energy Outlook 2008*, 2009
- [2] Pike Research, *Smart Grid Technologies*, 2009
- [3] 한전KDN, *스마트그리드 시장전망*, 2009
- [4] Cisco, <http://www.cisco.com>
- [5] Brattle Group, *Transforming America's Power Industry: the Investment Challenge 2010-2030*, 2008.11
- [6] 박창민, *스마트그리드 기술 & 전략*, ETRI 기술 전략연구본부. 2010.4
- [7] 송일근, *스마트그리드 R&D 대응방안*, ETRI 특강, 2009.9
- [8] 장두석, "스마트그리드 산업의 동향 및 산업화 방안", *산업이슈*, pp.26-27, 2010
- [9] 김동현, *전력사업과 SmartGrid*, KSGI Regional Seminar on the Smart Grid Initiatives 2009, 2009
- [10] 기획재정부, *2009년도 예비타당성조사 운용지침*, 2009.4

- [11] iSuppli, *Power Management Market*, 2009
- [12] SBI, *Smart Grid Technologies, Markets, Components and Trends Worldwide*, 2009. 6
- [13] ETRI 경제분석연구팀, *스마트그리드와 IT*, 2010. 5
- [14] 박강호, 최낙진, 양우석, 이홍열, 이상균, 최창역, 김종대, "스마트빌딩용 센서 기술 현황 및 전망", *전자통신동향분석*, 한국전자통신연구원, 2009. 12
- [15] Gartner, *Forecast: Security Markets Worldwide*, 2009
- [16] IDC, *Korea Overall Software Market 2009-2013 Forecast Update*, 2010
- [17] 대한전기협회, *2009 전기연감*, 2010
- [18] GTM Research, *The Smart Grid in 2010: Market Segments, Applications and Industry Players*, 2009

심진보 (Jin Bo Sim)

정회원



1997년 2월 충남대학교 경영학과 석사
 2009년 2월 충남대학교 경영학 박사
 2006년 3월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 <관심분야> 정보통신서비스, 마케팅전략, 기술마케팅

하영욱 (Young Wook Ha)

정회원



1996년 8월 KAIST 산업경영학과 학사
 2001년 2월 : KAIST IT경영학과 석사
 2001년 1월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 <관심분야> 정보통신서비스, 주파수정책 및 전략