

정책 이슈페이퍼 12-04

스마트그리드 소비자 수용성 요인과 정책과제

■ 김현제, 박찬국

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 3
- III. 정책 제언 / 8
- IV. 기대 효과 / 12
- 〈참고자료〉 / 13



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

I . 배경 및 문제점

- 세계 각국은 녹색성장을 위한 주요 수단인 스마트그리드를 구축하기 위해 관련 사업을 활발하게 전개
 - 미국 에너지부는 ‘스마트그리드 2030 국가비전(2003)’ 발표 후 ‘경기부양법(2009)’에 따라 45억 달러를 스마트그리드 사업에 투자
 - 중국 국가전력망공사(State Grid)는 2020년까지 전체 전력망 지능화를 위해 4.25조 위안(약 700조원) 규모의 ‘스마트그리드 종합추진계획’ 발표(2009.5)
 - 일본은 1천억 엔 규모의 5개년 사업으로서 요코하마(카나카와 현), 기타큐슈(후쿠오카 현), 토요다(아이치 현), 케이하나(교토, 오사카, 나라)의 4개 지역을 대상으로 각 지역의 특성을 반영하는 실증사업 추진
 - 한국은 국가단위 스마트그리드를 구축하고 해외시장 진출의 기틀을 마련하기 위해 제주 실증단지 사업 추진
- 소비자 입장에서는 스마트그리드가 여전히 생소하고, 사이버보안 위협, 전기요금 부담 증가 가능성, 신기술 이용 거부감 등 수용 저해 요인이 존재
 - IBM(2011)의 조사(15개국의 10,000명 이상 조사)에 따르면, 응답자의 60% 이상이 스마트그리드 또는 스마트미터에 대해 알지 못한다고 응답
 - 스마트그리드 실증사업 추진 과정에서 프라이버시 및 정보보안, 건강 위해성, 스마트미터의 정확성 등과 관련하여 소비자의 저항 사례 다수 보도
- 스마트그리드의 성공적 구축을 위해 소비자 수용성 확보를 핵심 정책목표로 설정하고, 소비자 수용성에 영향을 미치는 요인을 과학적으로 분석 필요

- 최종 소비자가 스마트그리드 제품 및 서비스를 받아들이느냐 여부에 따라 스마트그리드의 확산 좌우
- 소비자의 스마트그리드 사업 참여 정도에 따라 스마트그리드 편익 규모 변화

□ 본 연구는 스마트그리드 소비자 수용성 요인을 체계화하고 요인별 중요도 분석

- 스마트그리드 소비자 수용성에 관한 기존 연구들이 해외 전력소비자를 중심으로 진행되었고, 정책적 차원이라기보다는 기업전략 차원에서 수행
- 본 연구는 최종소비자의 스마트그리드 수용성에 영향을 미치는 요인을 체계화함으로써 스마트그리드 수용성 확보 정책 설정 기반 마련
- 수용성 요인별 중요도에 따라 스마트그리드 수용성 확보 전략 차별화 시도

Ⅱ. 조사 및 분석 결과

□ 기존 합리적 행동이론에 기초한 기술수용모델에 '지각된 위험성'이라는 비합리적 요소를 포함시켜 소비자의 스마트그리드 수용요인을 폭 넓게 검토

- 기존 기술수용모델(TAM)은 합리적 행동이론에 기초하여 지각된 유용성, 지각된 사용용이성 등의 요인 강조
- 신기술 수용에는 객관적이고 합리적인 요인뿐만 아니라 감정, 이미지와 같은 주관적이며 비합리적인 요인도 함께 영향을 미침.
- 본 연구는 RITAM(Risk Integrated TAM)의 이름하에 지각된 위험이라는 별도의 내생변수를 기존 기술수용모델에 추가
 - 지각된 위험 변수에 영향을 미치는 외부변수로 사회적/심리적 위험, 기능적/경제적 위험, 신체적 위험 측면의 요인을 모형에 반영

□ 조사 방법

- 거점도시 추진계획 하에서 스마트그리드 수용성 요인을 검토하기 위해 국내 주요 광역도시의 잠재적 스마트그리드 소비자를 연구대상으로 설정
 - 실제 조사에 포함된 광역都市는 부산, 인천, 대구이며, 각 도시별로 약 100명씩 총 300명의 19세 이상 성인을 대상으로 설문조사
- 실증분석을 위한 자료수집 방법으로 대면면접조사 방식 이용
 - 무작위추출을 전제할 경우 95%의 신뢰수준에서 최대허용 표집오차가 $\pm 5.7\%$
 - 조사기간은 2012년 6월 4일~21일 18일간이며, 조사기관은 (주)한국리서치

- 스마트그리드 수용성 모형을 검증하기 위해 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis)과 구조방정식모형 분석(Structural Equation Modeling) 시행

□ 실증 분석

- 탐색적 요인분석 결과 총 12개의 요인 도출
 - 각 요인별 요인적재치(Factor Loading)가 대체로 0.6~0.7 이상으로 높은 응집력 보유
 - Cronbach의 알파(α)값을 구하여 신뢰도를 측정한 결과, 0.7 이상으로 높은 신뢰성 확보
- 확인적 요인분석으로 타당성에 위배되는 관측변수 제거
 - 수정지수분석을 통해 수정된 측정모형의 적합지수가 전반적으로 우수
 - $\chi^2=867.595$ ($P=0.00$), $\chi^2/df=1.541$, RMR=0.051, RMSEA=0.046, GFI=0.850, AGFI=0.813, NFI=0.850, CFI=0.940, IFI=0.942, PNFI=0.718, PGFI=0.795
 - 개념신뢰도(construct reliability)¹⁾와 추출된 분산평균값인 AVE(Average Variance Extracted)²⁾를 살펴본 결과 모두 기준 충족
 - 개념신뢰도가 0.7을 넘고 AVE가 0.5를 넘어 잠재변수의 신뢰성 인정
 - 두 잠재요인의 AVE₁과 AVE₂가 두 잠재요인의 상관계수의 제곱, 즉 결정 계수(r^2)보다 커서 판별타당성(discriminant validity) 확보

1) 개념신뢰도= $\frac{[\text{표준화계수의 합}]^2}{[\text{표준화계수의 합}]^2 + \text{측정오차분산의 합}}$

2) AVE= $\frac{[\text{표준화계수 제곱}]^2}{[\text{표준화계수 제곱}]^2 + \text{측정오차분산의 합}}$

○ 경로분석을 통한 가설검증 결과 총 15개의 가설 중 13개 채택

- 내부변수인 스마트그리드의 지각된 유용성, 지각된 사용용이성, 지각된 위험 모두 스마트그리드 사용의도에 긍정 또는 부정 영향을 미치고 있음.
- 지각된 사용용이성은 지각된 유용성에 긍정적 영향을 미쳤으나, 지각된 유용성과 지각된 위험 간의 부정적 관계는 통계적으로 유의하지 않음.
- 연구모형에서 설정한 외부변수들은 모두 각각의 내부변수의 영향요인으로 검증
 - 스마트그리드의 사용용이성 인식에는 스마트그리드에 대한 이해도와 기존 기술과의 호환성에 대한 인식이 유의하게 영향
 - 스마트그리드의 유용성 인식에는 스마트그리드의 전력공급 신뢰도 향상, 전기요금 절감, 친환경성 관련 인식이 유의하게 영향
 - 스마트그리드에 관한 위험 인식에는 사이버보안 위험 인식, 전자파 두려움, 기기 오작동 및 성능저하 우려가 유의하게 영향

<표 2> 가설검증 결과

	연구가설	비표준 계수	표준화 계수	표준 오차	CR	채택/ 기각
H1	지각된 사용 용이성 → 지각된 유용성	0.165	0.186	0.055	2.976	채택
H2	지각된 유용성 → 지각된 위험	-0.198	-0.159	0.142	-1.392	기각
H3	지각된 위험 → 지각된 유용성	0.016	0.02	0.068	0.24	기각
H4	지각된 위험 → 사용의도	-0.187	-0.198	0.055	-3.413	채택
H5	지각된 유용성 → 사용의도	0.725	0.614	0.087	8.289	채택
H6	지각된 사용 용이성 → 사용의도	0.218	0.209	0.063	3.463	채택

연구가설		비표준 계수	표준화 계수	표준 오차	CR	채택/ 기각
H7	지각된 호환성 → 지각된 사용 용이성	0.445	0.379	0.093	4.802	채택
H8	지각된 이해도 → 지각된 사용 용이성	0.103	0.144	0.05	2.058	채택
H9	지각된 이해도 → 지각된 유용성	0.08	0.127	0.037	2.142	채택
H10	지각된 전력 공급 신뢰도 → 지각된 유용성	0.249	0.264	0.084	2.985	채택
H11	지각된 전기 요금 절감 → 지각된 유용성	0.269	0.282	0.103	2.598	채택
H12	지각된 친환경성 → 지각된 유용성	0.213	0.219	0.099	2.154	채택
H13	지각된 사이버 보안위협 → 지각된 위험	0.191	0.156	0.087	2.193	채택
H14	전자파 두려움 → 지각된 위험	0.437	0.411	0.079	5.553	채택
H15	기기오작동 성능저하우려 → 지각된 위험	0.393	0.257	0.156	2.52	채택

○ 경로계수값 검토를 통해 요인별 영향력 상대 비교

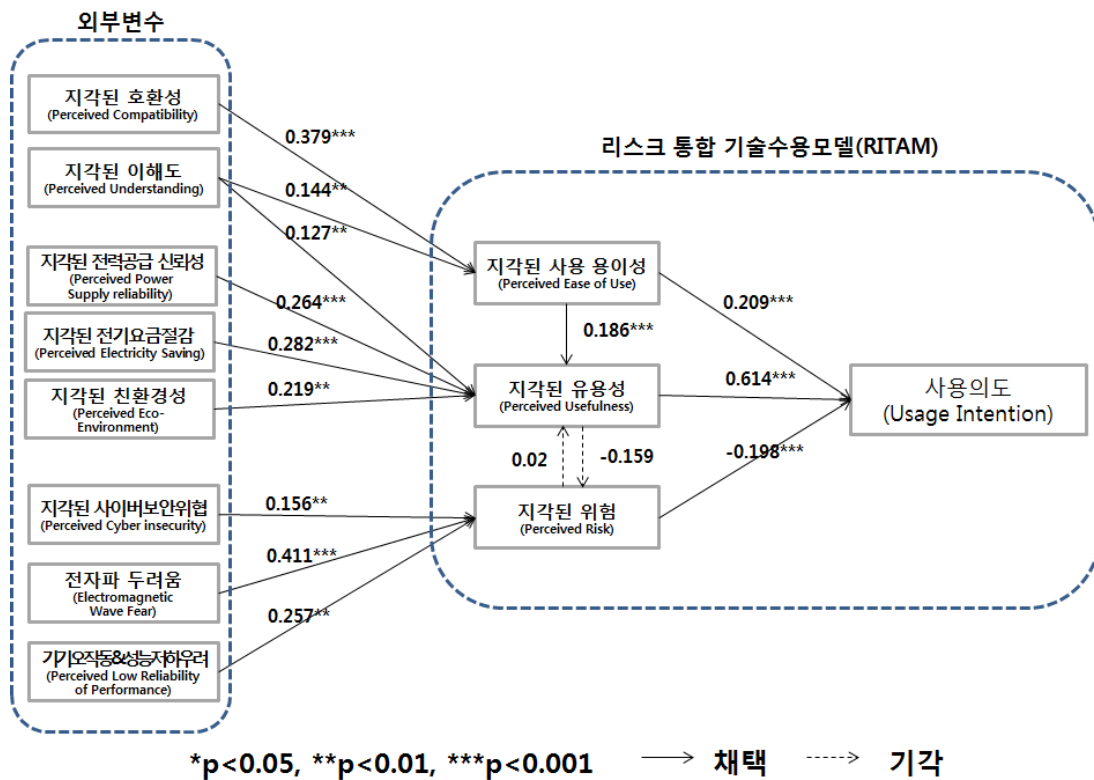
- 지각된 사용용이성, 지각된 유용성, 지각된 위험이 사용의도에 미치는 영향력면에서는 지각된 유용성이 가장 큰 영향력 보유

<표 3> 내생변수 간 직·간접 및 총효과

경로	직접효과	간접효과	총효과
지각된 사용 용이성 → 사용의도	0.209	0.120	0.329
지각된 유용성 → 사용의도	0.614	-	0.614
지각된 위험 → 사용의도	-0.198	-	-0.198

- 지각된 사용용이성의 외부변수인 지각된 호환성과 지각된 이해도는 경로 계수가 각각 0.379, 0.144로 지각된 호환성이 상대적으로 영향력이 큼.
- 지각된 유용성의 외부변수인 지각된 이해도, 지각된 전력공급 신뢰도, 지각된 전기요금 절감, 지각된 친환경성 중 지각된 전기요금 절감이 가장 큰 영향(0.282)
- 지각된 위험의 외부변수인 지각된 사이버보안위협, 전자파 두려움, 기기오작동 및 성능저하 우려 중 전자파 두려움의 경로계수가 0.411로 가장 큰 영향

[그림 1] 연구모형의 경로계수



Ⅲ. 정책 제언

□ 스마트그리드 이해도 제고는 스마트그리드 수용성 향상의 기초적 과제

- 조사결과 응답자들의 스마트그리드 이해도는 비교적 낮은 편임.
- 스마트그리드 이해도는 스마트그리드 사용용이성과 유용성 인식을 향상시키고, 다시 사용의도를 높임.
- 스마트그리드에 대한 이해도가 낮다는 것은 스마트그리드의 혜택과 활용방안에 대한 이해도가 낮다는 의미이며, 이는 다시 수용성에 부정적인 영향을 미침.

□ 스마트그리드 관련 소비자 교육 및 홍보를 소비자 중심으로 추진

- 소비자 교육의 효과를 높이기 위해서는 소비자 유형을 세분화하여 세부집단에 따라 각각에 맞는 교육 실시
- 소비자와 협력적으로 소비자 프로그램을 기획하고 시행해야 하며, 선호하는 교육방법과 요구하는 정보 파악
 - 분석결과 소비자들은 스마트그리드의 전기요금 절약, 전기공급 신뢰도 강화, 친환경성, 호환성 등에 관한 정보를 확인하고 싶어함.
 - 스마트그리드 사용의도에서 전기요금절약이 가장 높은 영향력을 발휘하였지만, 전력공급 신뢰도, 친환경성 등도 중요한 영향요인임.
 - 스마트그리드가 안고 있는 위험에 대해서도 스마트미터의 전자파, 기기의 오작동 및 고장 가능성, 사이버보안 위협 등의 관련 정보를 원함.

- 시간과 상황이 변함에 따라 수용성 영향 요인이 변할 수 있으므로 주기적인 스마트그리드 소비자 수용성 요인 연구 필요
- 전력공급 신뢰도의 경우 2011년 9월 15일 순환정전 사태 이후 소비자들에게 중요한 요소로 자리 잡음.

□ 명료한 용어와 과장 없는 정보 제공

- 소비자들에게 전달되는 모든 정보는 명확하면서도 일관성 있고 신뢰받을 수 있어야 함.
- 정책 차원에서 스마트그리드 인식이 올바르게 잡힐 수 있도록 스마트그리드 용어정리와 관련한 포괄적 차원의 조정역할 중요
- 초기부터 지나친 기대감을 심어 스마트그리드에 대한 부정적 견해를 확산 시키기 보다는 신뢰할 수 있는 근거를 바탕으로 정보 제공

□ 스마트그리드 위험에 대한 불안 해소

- 스마트그리드 위험과 관련하여 가장 심각하게 인식하고 있는 전자파 불안에 대해 적극 대처
- 국내에서 스마트미터의 전자파 위해성이 집중 제기되지는 않고 있으나, 소비자 입장에서는 이미 관련 불안감이 다른 위험 요소에 비해 강한 상황
- 규제 차원에서 설치됐거나 설치될 모든 스마트미터가 적정 전자파 기준을 충족하고 있음을 점검하고 확인
- 스마트미터 전자파와 관련하여 사업자가 소비자들의 불안을 해소하려는 최소한의 노력에 관한 기준 또는 가이드라인 제시

- 전자파 우려 이외에 주요 위험 요인으로 인식된 기기오작동 및 성능저하 우려 축소
 - 스마트그리드 기기가 엄격한 시험과정을 거치며, 규제기관에서 그 검증을 확인하고, 전력회사가 재검증을 하고 있음을 투명하게 공지
- 스마트그리드 정보 보호 및 사이버보안에 대한 강화
 - 제도적 차원에서 소비자 데이터의 소유권, 접근권한, 사용권한을 명확히 제시
 - 소비자 데이터의 보안 및 프라이버시를 보장하는 주체를 명확히 설정
 - 소비자 데이터를 보안 리스크 정도에 따라 분류하여 사업자의 활용 및 공유 방식 차별화

□ 스마트그리드에 관한 사회적 소통 확대

- 주관적 규범 형성에 많은 영향을 미치게 되는 온라인 커뮤니티 및 소셜 네트워크 사이트와 같은 소셜 컴퓨팅(social computing)의 잠재력 주목
 - 소셜 컴퓨팅 사이트에서 올바르고 유용한 정보가 유통되도록 하는 정책적 노력 필요하며 스마트그리드 교육 및 홍보 전략과 연계 추진
- 소비자 커뮤니티가 우선 스마트그리드에 관해 이해하고 나아가 일반 소비자들에게 일관성 있고 정확한 정보를 확산시킬 수 있도록 지원하는 프로그램 개발
 - 스마트그리드 구축 초기에 소비자 커뮤니티의 참여는 저소득, 저학력의 소비자들과 같이 정보전달이 취약할 수 있는 계층까지 정보를 확산시키는 데 기여
 - 소비자 커뮤니티 그룹이 정보를 전달하는 주체가 되어 하향식 정보전달의 한계를 극복하고, 다양한 계층에 정보를 전달할 수 있도록 지원

○ 스마트그리드 사용자 인터페이스의 직관성 제고

- 페이스북과 구글이 데이터를 데이터 같지 않게 보여주듯이, 에너지 데이터도 스마트그리드 사용자가 즐겁고 보기 편하게 만드는 것이 중요
- 스마트그리드 사용자 인터페이스의 직관성 제고를 정책적으로 시범 및 실증사업 성과평가의 평가기준에 포함
- 스마트그리드 정책 및 규제기관에서 제공되는 정보 역시 직관성을 강화하는 방향으로 소비자들에게 전달

IV. 기대 효과

- 스마트그리드 사업 추진 과정에서 소비자 참여를 촉진하기 위한 정책 개발의 이론적, 실증적 환경 구축
 - 스마트그리드 사용자 측면에서의 정책연구가 많지 않은 가운데, 국내 현실에 적합한 스마트그리드 수용성 확보 전략을 개발하는 데 직접적인 기여
 - 스마트그리드 사용자와 비사용자 간 인식을 상호 비교할 경우 스마트그리드 수용성 요인에 대해 보다 실질적인 정책적 시사점 확보 가능
 - 현재 홍보 차원에서 머물러 있는 스마트그리드 소비자 수용성 확보 문제를 스마트그리드 핵심 정책과제로 격상 기대
- 현재의 제주도 실증단지과 향후 추진될 거점도시 사업의 비즈니스 모델 창출 환경 강화
 - 스마트그리드 사업 성공의 핵심인 소비자 참여 활성화 방안과 대한 정책 대안은 곧 제주도 실증사업 및 거점도시 사업의 활성화 방안과 직접 연계
 - 제주도 실증사업 및 거점도시 사업 추진 시 소비자 중심 서비스 활성화에 기여

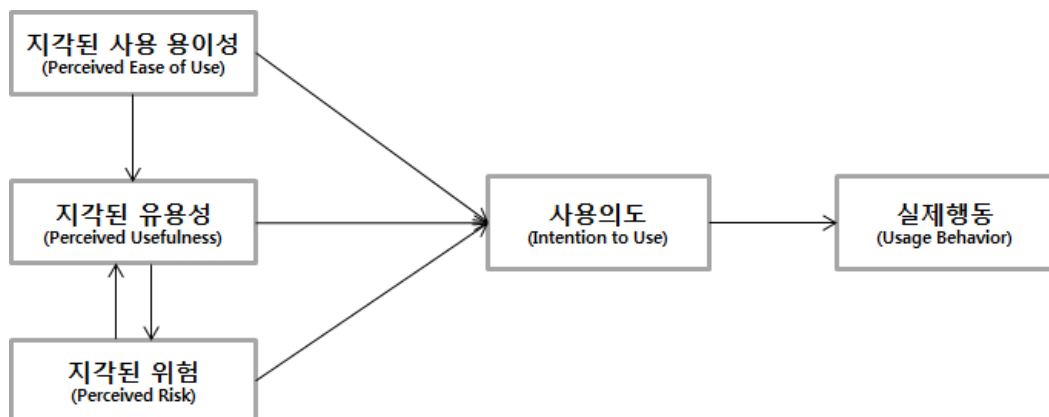
< 참고자료 >

1. RITAM(Risk Integrated TAM) 설계

- 스마트그리드 수용성의 주요 인자로서 TAM에서 제시하고 있는 지각된 유용성과 지각된 사용용이성 외에 지각된 위험을 함께 고려
 - 지각된 위험이 신기술 사용의도에 영향을 준다는 사실에 초점을 맞춘 연구
 - Wu and Wang(2005)은 소비자의 모바일 상거래 수용 연구에서 지각된 위험이 기술수용에 부정적 영향을 미치고 있음을 밝힘.
 - Lee(2009)는 인터넷뱅킹의 수용 요인 연구에서 지각된 위험이 사용태도에 부정적 영향을 미치면서 결국 사용의도에 부정적인 영향을 준다는 점을 검정
 - Sanayei and Bahmani(2012)는 인터넷뱅킹의 고객 수용 연구에서 지각된 위험이 사용의도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석
 - 지각된 위험이 사용의도와 영향관계에 있을 뿐만 아니라 지각된 유용성과 영향관계에 있음을 분석한 연구
 - Siegrist et al.(2007)은 나노기술의 수용성 연구에서 나노관련 식품 편익은 위험 변수에 부(-)의 영향을 준다고 주장
 - Featherman and Pavlou(2002)는 전자서비스의 수용 연구에서 지각된 위험이 지각된 유용성에 부정적인 영향을 미친다고 주장
 - 모든 선행연구가 지각된 위험이 사용의도에 부정적 영향을 미친다고 보고 있지만, 지각된 위험과 지각된 편익과의 관계에서는 견해 차이 존재

- 일부에서는 지각된 위험이 지각된 편익에 영향을 미치고, 다른 일부에서는 지각된 편익이 지각된 위험에 영향을 미친다고 주장
- 본 연구는 지각된 위험과 지각된 편익의 관계를 상호 부(-)의 영향관계로 보고 아래 [그림 2]와 같이 비재귀(non-recursive) 모형³⁾ 설계
- 실증분석을 통해 연구모형 타당성 및 가설 검증

[그림 2] 위험(risk) 인식 통합 기술수용모델(RITAM)



2. 참고문헌

Featherman, M.S. and P.A. Pavlou, "Predicting E-Services Adoption: A Perceived Risk Facets Perspective", Eighth Americas Conference on Information Systems, 2002, pp.1034-1046.

Lee, M.C., "Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit", Electronic Commerce Research and Applications, 2009, pp.130-141.

3) 내생변수들 간 관계가 한 방향으로만 이루어져 있지 않고 서로 원인과 결과가 될 경우 이를 반영한 모델을 비재귀모형이라고 함.

- Sanayei, A. and E. Bahmani, "Integrating TAM and TPB with Perceived Risk to Measure Customers' Acceptance of Internet Banking", *International Journal of Information Science and Management*, 2012, pp.25-37.
- Siegrist, M., C. Keller, H. Kastenholz, S. Frey, and A. Wiek, "Laypeople's and Experts' Perception of Nanotechnology Hazards", *Risk Analysis*, 27(1), 2007, pp.59-69.
- Wu, J.H., S.C. Wang, "What drives mobile commerce? An empirical evaluation of the revised technology acceptance model", *Information and Management* 42, 2005, pp.719-729.

정책 이슈페이퍼 12-04

스마트그리드 소비자 수용성 요인과 정책과제

2012년 11월 6일 인쇄

2012년 11월 7일 발행

저 자 김현제, 박찬국

발행인 김 진 우

발행처 에너지경제연구원

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(代) 팩시밀리 : (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 범 신 사 (02)503-8737
