

ESCO 실증프로젝트 평가에 관한 조사보고서(上)

이 보고서는 일본의 'ESCO사업실증위원회'에서 통상산업성의 고효율 에너지 이용형 건축물 개수모델사업의 보조를 받는 건물 가운데 ESCO사업을 염두에 두고 사업을 벌인 4모델에 대하여 에너지절약 진단서 조사, 듣기조사, 현장조사 등을 실시하여 개수계획의 타당성을 검토한 결과이다. 보고서 내용중 중요 부분을 발췌하여 우리나라 ESCO사업과 비교해 보고자 한다.

1. 조사의 목적과 개요

(1) 조사의 목적과 위치

ESCO사업에 대한 정부, 민간의 관심이 급속하게 높아지고 있다.

<표 1> 조사대상건물의 개요

실증모델		A	B	C	D
건물용도		사무소/ 공장	사무소/ 연구소	연수 시설	사무소
연면적(m ²)		33,118	12,750	10,659	9,237
구조		SCR조	RC조	SRC조	S조
준공년도		1983	1974	1993	1962
도입 기술	고효율 형광등기구로의 교체	○	○	○	○
	전구형 형광램프로의 교환	○			
	인체감지센서의 조명제어	○			
	배전용 변압기의 대수제어 · 교체		○	○	
	디맨드컨트롤러의 도입			○	
	팬 · 펌프의 인버터화	○	○	○	○
	단열필름의 부착		○	○	
	틸드실링의 도입		○		
	냉온수 공급계통의 개조		○		
	급수전력의 절감			○	
	코제너레이션의 도입			○	
	열원설비의 최적제어		○		
	공조기의 DDC(Direct Digital Control)제어		○		
	공조실정온도의 최적제어				○
	외기량의 CO ₂ 제어			○	
BMS의 도입	○	○	○		
에너지절약율(%)		14	15	23	21
공사비(천엔)		75,141	102,530	55,990	128,700
제휴 ESCO의 유무		유	유	무	무

(단위) 에너지절약율은 전력1차원산(2,450cal/kWh)

그러나 ESCO사업은 성에너지 개선에 관계하는 기술면을 중심으로 재무면을 포함하여 폭넓은 노하우를 필요로 한다.

또 투자회수의 재원으로서 가장 중요시되는 에너지절약의 효과를 파악하는 데에는 조명과 같이 단순한 기기효율의 개선으로 파악가능한 것부터 열원설비, 공조방식, 제어방식이 조합되는 공조처럼 복잡한 방법이 필요한 것까지 다양하다. 더군다나 기온이나 가동율의 변동에 의해 에너지소비량이 변화할 때에 효율개선효과를 구체적으로 파악하는 기술도 요구된다.

ESCO사업에 신규로 참여하는 기업에서는 이러한 기술의 취득이 필수조건이다. 그러나 이러한 복잡한 방법은 고객에 있어서도 이해하기 어려운 면이 많아 보인다.

즉, 신규기업에게 있어서도 고객에게 있어서도 ESCO사업이 이용하는 방법, 기술이나 그 효과의 검증방법을 분명하게 소개하는 것은 ESCO사업을 도입, 보급을 촉진하는 데에 매우 중요한 조건인 것이다.

또 ESCO사업자는 고객의 이익을 보호하기 위해 에너지 절약형 설비로의 개수에 의한 경비절감액으로 모든 투자 및 경비를 회수하는 것을 보증한다. 때문에 고객과 ESCO사업자 사이에 체결된 계약내용은 일반공사에서 체결되는 청부계약서와는 다르다.

즉, 사업의 계획에서 시공, 효과의 파악, 절감액의 보증에 따른 폭넓은 내용이 된다. 이와 같은 계약내용에 대해서도 가이드라인을 제시할 필요가 있다.

(2) 실증프로젝트 조사대상건물의 개요

조사의 대상으로 삼은 건물은 올해 통상산업성이 수행한 「고효율 에너지 이용형 건축물 개수 모델 사업」의 대상 건물로 ESCO사업을 염두에 둔 건물이다.

상기 모델사업에서는 성에너지 개수를 촉진시킬 목적으로 공사비의 1/3에 대한 보수가 이루어졌다.

상기 모델 사업은 성에너지 개수에 대한 보조제도이지 ESCO사업 그것에 대한 보조제도는 아니다. 단, 이번에 조사대상이 된 건물은 모두 ESCO사업을 염두에 두고 성에너지 개수를 수행한 건물이다. 이 보조사업에는 시공 후 3년간 성에너지 효과의 보고의무가 부과되고 있다.

조사대상이 된 빌딩은 4개의 건물이다. 사무소 3개의 건물 중 하나는 연구소이며 다른 하나는 연수시설이다. 모델 A는 공장을 포함하며 이번 검토는 사무소 부분의 에너지 소비만을 대상으로 했다. 준공년도는 모델 D가 30년 이상 되어 가장 오래됐고 그 다음이 20년 이상, 10년 이상, 10년 미만 등이다.

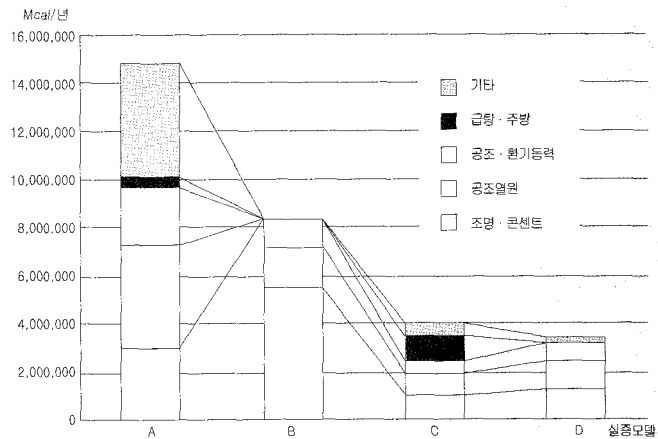
도입한 에너지절약 기술은 조명과 관련해서는 고효율 형광등기구로의 교체, 전구형 형광램프로의 교환, 인체감지센서의 조명제어, 전기설비와 관련해서는 배전용 변압기의 대수제어·교체, 디맨드컨트롤러의 도입, 공조와 관련해서는 팬·펌프의 인버터화, 단열필름의 부착, 틸드실링의 도입, 냉온수 공급계통의 개조, 급수전력의 절감, 공조제어설비에서는 열원설비의 최적제어, 공조기의 DDC(Direct Digital Control)제어, 공조설정온도의 최적제어, 외기량의 CO₂제어, EMS의 도입이 있고 코제너레이션의 도입이 채택되고 있다.

또 이러한 에너지절약 기술을 도입한 결과, 기대되는 에너지절약율은 최고(모델C) 23%(전력1차환산 2,450kcal/kWh)에서 최저(모델A) 14%이었다.

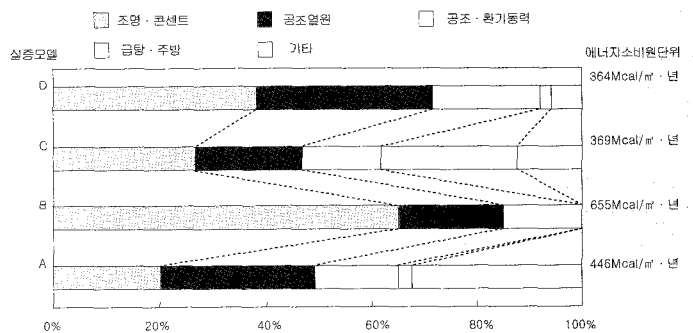
조사대상 건물은 전술한 바와 같이 통상산업성의 고효율에너지이용형 건축물개수 모델사업의 보조를 받는 건물 가운데 ESCO사업을 염두에 두고 있어 선정되었다. 4모델은 ESCO사업에 참가할 계획이 있거나 검토하고 있는 기업의 자사소유이며 모델 A, B는 미국의 ESCO와 기술제휴를 하고 있다.

그러나 실제로 용자까지 포함한 ESCO사업을 하는 것은 일본의 환경이 정비되어 있지 않기 때문이며 4모델도 보조금과 자기자금으로 이번 개수사업을 수행하고 있다. 또 모델에 따라서는 ESCO사업을 개시하는 데 따르는 노하우 획득을 위한 실험적인 면도 보여진다. 따라서 완전한 ESCO사업의 사례조사는 불가능하지만 ESCO가 이번의 개수사업을 수행했을 때를 상정하여 이후의 검토를 하는 것으로 한다.

2. 실증대상건물의 개수계획



〈그림 1〉 실증모델의 에너지 소비량



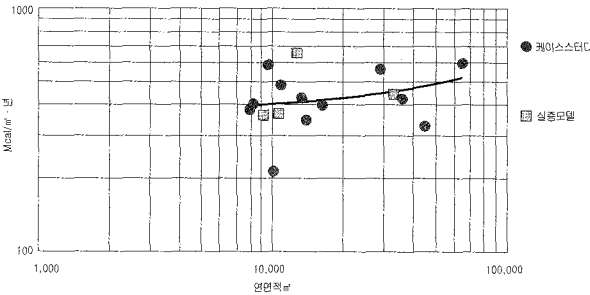
〈그림 2〉 실증모델의 에너지 소비원 단위

건물설비의 개요, 에너지소비량, 개수의 내용, 개수의 효과, 계측·검증의 방법 등에 관한 검토결과를 데이터베이스화해 기재한다.

이 개수 모델사업은 1998년 11월부터 1999년 3월말까지 개수공사가 실시되어 에너지절약기술 도입에 의한 개수 후의 기술검증은 2002년 3월말까지 이루어질 예정이다.

(1) 건물설비의 개요

건물규모는 연면적 약 33,000~9,000m²의 범위이다. 건물용도는 사무소가 주류이지만 모델 A는 생산시설과의 공용, 모델 B는 연구시설, 모델 C는 연수시설, 또 모델 D는 임대사무소로 각각 용도가 다르다.



<그림 3> 에너지 소비원 단위

<표 2> 에너지절약방법의 도입건수

에너지절약방법	실증모델		케이스스터디(참고)	
	4건	방법총수 29건	16건	방법총수 54건
전기설비	고효율형광등 기구로의 교체	■■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■	19건 (35%)
	배전용 변압기의 대수제어 · 교체	■■■	■■■	
	전구형 형광트랜스의 교환	■	■■■■■	
	인체감지센서의 조명제어	■		
	디맨드컨트롤러의 도입	■		
	조명기구에 고성능 반사판 설치		■	
고효율모터로의 교환		■		
공조설비	펌프의 인버터화	■■■■■	■■■■■■■■■■■■■	29건 (55%)
	팬의 인버터화	■■■■■	■■■■■■■■■■■■■	
	EVS의 도입	■■■■■	■■■	
	단열필름의 부착	■■■		
	규제너레이션의 도입	■	■■■■■	
	틸드실링의 도입	■		
	냉온수 공급계통개조	■		
	열원설비의 최적제어	■	■■■	
	공조기 DDC제어	■		
	공조설정온도의 최적제어	■		
	외기량의 CO ₂ 제어	■	■■■	
	축열히트펌프 도입		■■■	
	환기통 제어방식 개조		■■■	
전열교환기 설치		■		
위생	급수용 전력의 절감	■	■	61건 (10%)
	절수고무밸브 설치		■■■■■	
	여자화장실에 유사음장치 설치		■■■■■	

준공연수는 모델 D가 가장 오래돼 건축 후 37년, 모델 C가 건축 후 6년이다. 또 모델 D는 건물전체의 교체계획 중에서 ESCO사업 대상의 개수계획이 실시되고 있다.

② 에너지소비량

실증모델의 연간 에너지소비량은 개수전의 3년간 운전 실적 데이터에서 기준연도의 에너지소비량을 구하고 있다. 기준연도 에너지소비량은 성에너지 개수계획을 책정하는 기초 데이터에서 충분한 조사에 의해 구할 필요가 있다. 실증모델의 기준연도 에너지소비량을 <그림 1>에, 에너지소비원단위와 사용용도의 구성을 <그림 2>에 나타낸다.

실증모델의 에너지소비원단위를 『ESCO사업연구회 케이스스터디분과회(공공시설 · 상업빌딩부문)/1998년 3월』에서의 케이스스터디 사무소 빌딩과 비교해 에너지소비원단위와 연면적의 관계를 <그림 3>에 나타낸다. 모델 B를 제외하고 연면적에 비례하여 에너지소비원단위가 커지는 것을 알 수 있다.

③ 개수의 내용

실증모델의 개수공사에서 도입한 에너지절약방법과 내용의 개략을 <표 3>에 나타낸다. 도입한 에너지절약방법은 총 29건으로 <표 2>에 나타난 것처럼 공조설비가 약 65%, 전기설비가 약 32%를 차지하고 있다. 펌프의 인버터화, 팬의 인버터화, 고효율 형광등기구로의 교체가 도입건수의 상위를 점하고 있다.

④ 개수의 효과

에너지절약기술의 도입에 의한 개수의 효과로서 건물 전체의 에너지소비량 절감 및 에너지절감 방법들마다의 에너지절감률과 개수비용의 회수연수가 산정된다. 그 결과를 <표 5>에 나타낸다. 건물전체에서의 에너지 절감률은 13.84~22.77%를 나타내고, 에너지비용 절감률은 11.62~41.61%를 나타내고 있다. 그리고 개수에 의한 부차적 효과로서 성력화, 부가가치의 향상이 도모되었다.

⑤ 계측 · 검증의 방법

가) 계측 · 검증방법의 옵션

계측 · 검증방법은 일반적으로는 개수 후의 절감효과의 검증방법을 나타내는 것이다.

그러나 개수 후의 효과검증을 확실한 것으로 하기 위해서는 베이스라인 설정이 합리적으로 이루어지는 것이 조건이 된다. 개수 후의 검증방법은 개수 시에 계측기를 설치하는 등 개수계획의 기획단계에서 대응이 가능하나 개수 전의 베이스라인 설정에서는 한계가 있다. 2~3개월의 단기계측을 방법으로 채택할 수도 있으나 통상 과거 3년간의 실적 데이터에서 베이스라인을 설정하는 것은 이것 때문이다. 그러나 베이스라인은 기온이나 가동률, 에너지가격의 변동에 따라 영향을 받는 것이므로 이와 같은 변동이 확인될 경우에는 베이스라인에 즉각 반영시켜야 한다. 즉, 계측·검증방법은 개수 후의 절감효과와 검증방법을 나타내는 것이지만 동시에 베이스라인의 설정방법과의 관계도 중요하다.

계측·검증방법의 옵션에 관해서는 「ESCO사업도입연구회 계약·표준분과회보고서/1998년3월」에서 다음과 같은 옵션으로 분류, 상세하게 해설하고 있다.

- 옵션 A(간이적 방법)
- 옵션 B(장기계측에 의한 방법)
- 옵션 C(통계적 처리에 의한 방법)

계측·검증방법은 절감량을 정확히 파악하는 것을 목적으로 한다. 그러나 개수내용에 따라 단순히 효과를 파악할 수 있는 것과 상세한 계측을 필요로 하는 것 등으로 구별되는 것까지 상기와 같은 옵션으로 나누어 검토된다. 옵션 A는, 예를 들면 조명을 인버터화할 경우, 기기의 정격소비량으로 검증이 가능한 경우가 있고, 옵션 B는 공조시스템처럼 부분부하에서의 운전이 많아 기기의 정격출력·에너지소비에서는 평가할 수 없는 경우에 이용되어진다.

또 옵션 C는 도입한 에너지절약기술이 복수이고 서로 영향을 미치는 경우 또는 효과를 파악하는 데에 계측기를 대량으로 설치하는 것이 필요한 경우 등에 이용된다. 그러나 한편에서는 개수내용에 따라서는 계측기를 설치하는 것이 투자회수에 큰 문제가 되는 것도 있다. 이 경우 계측·검증에 들어가는 투자를 전체의 투자회수에 문제를 만들지 않는 범위에 포함시키는 것이 중요하다. 계측·검증방법을 간이화하는 것은 투자를 감소시키고 한편으로 검증의 수준을 저하하는 것을 방지하기 위해서이며, 여기에는 크게 분류해서 2개의 대응방법이 있다.

<표3> 에너지절약방법의 내용

구분	에너지절약방법	에너지절약방법의 내용
A	고효율 형광등기구로의 교체	FLR40W-2형을 H32W-2형으로 교체한다
	형광램프로의 교환	백열등(100W×17등, 60W×28등)을 형광등(19W×45등)으로 교환한다
	인체감지센서의 조명제어	현관로비의 조명을 적외선 센서에 의해 제어한다
	펌프의 인버터화	2차냉온수 펌프(22kW×2대, 11kW×2대)에 인버터를 설치, 유량제어한다
	팬의 인버터화	공조기·환풍기(0.75~11kW×40대)에 인버터를 설치, 유량제어한다
	EMS의 도입	Energy Management System을 도입하여 외기냉방, 배풍기 등의 제어를 한다
B	고효율 형광등기구로의 교체	FLR40W-2형을 H32W-1형(특수 리플렉터 부착)으로 교체한다
	배전용 변압기의 교체	초에너지절약형변압기「Super 아몰피스」로 기존 변압기를 교체한다
	단열필름의 부착	단열차폐 필름(6mm 두께, 면적 590㎡)을 창 유리에 부착한다
	펌프·팬의 인버터화	냉온수 1차·2차 펌프 6대, 냉각수 펌프 2대, 냉각탑 송풍기 2대, 공조기에 인버터를 설치하여 유량 및 풍량을 제어한다
	냉온수 공급계통의 개조	각층 팬코일 유니트로의 냉온수분기배관에 압력조정변을 설치하여 최적인 유니트 운전을 도모한다
	틸드실랑의 도입	컴퓨터머신실에 방사냉방시스템을 도입한다
	공조기의 DDC제어	회의실용 공조기(외조기 포함)에 Direct Digital Control을 도입한다
	열원설비의 최적제어	냉온수발생기 2대의 대수제어, 냉각탑제어, 1차·2차 냉온수배관계통의 제어를 한다
	EMS의 도입	Energy Management System을 도입, 데이터 채집, 분석, 집계를 한다
C	고효율 형광등기구로의 교체	백열 실리카형 전구(510등, 40kW)를 H형 전구로 변경, 전압조정기(단상3선식)를 설치한다
	배전용 변압기의 대수제어	배전용 변압기(8대, 5.8kW)를 대수제어한다
	디맨드컨트롤러의 도입	최대수요전력(424kW)을 3분의 1로 평준화한다
	단열필름 부착	단열차폐 필름을 창 유리에 부착한다
	펌프의 인버터화	냉온수 펌프(11kW)에 인버터를 설치, 유량제어한다
	급수용 전력의 절감	급수펌프방식(3.7kW)을 직접급수방식으로 변경한다
	코제너레이션의 도입	디젤엔진 발전기(100kW, 중유연료)를 도입한다
	외기량의 CO ₂ 제어	외기량(2,016m ³ /h)을 CO ₂ 농도에 따라 제어한다
EMS의 도입	디맨드 감시, 환경·에너지관리 시스템을 도입한다	
D	고효율 형광등기구로의 교체	형광등(40W2등용 641대, 40W1등용 278대, 20W6등용 22대, 20W5등용 7대, 20W4등4용 34대, 20W2등용 26대)을 인버터트랜스형으로 교체한다
	팬·펌프의 인버터화	냉수·온수펌프(5대 50kW), 냉각수펌프(1대 37kW), 냉각탑송풍기(1대 11kW), 공조기(3대 120kW) 송풍기(7대 20.3kW)에 인버터를 설치, 유량 및 풍량을 제어한다
	공조설정온도의 최적제어	공조의 온도설정을 유동제어에 의해 공조에너지소비량을 절감한다

<표 4> 건물의 에너지소비 절감효과

실증 모델	용도	개수전(기준소비량)			개수후(예측소비량)			절감율 [%]
		전기(kWh)	가스(Nm ³)	기타(t)	전기(kWh)	가스(Nm ³)	기타(t)	
A	조명	1,210,020			1,200,922			
	공조열원	537,250	663,177		383,921	554,950		
	공조·환기동력	974,300			500,763			
	급탕(주방)	76,800	40,424		76,800	40,424		
	기타	1,840,142			1,940,142			
	계	4,738,512	703,601		4,102,448	595,374		
	1차에너지소비량[Mcal/년]	11,609,354	3,166,205		10,050,998	2,679,183		
	계	14,775,559			12,730,181			13.84
	에너지소비원단위[Mcal/m ² ·년]	446			394			
	에너지소비량[천엔/년]	77,178	32,378		68,477	28,354		
계	109,556			96,831			11.62	
에너지비용원 단위[엔/m ² ·년]	3,308			2,924				
B	조명·콘센트	2,234,911			2,067,504			
	공조열원	454,090	48,079		327,004	21,276		
	공조·환기동력	505,666			394,350			
	급탕							
	기타							
	계	3,194,667	48,079		2,788,858	21,276		
	1차에너지소비량[Mcal/년]	7,826,934	528,869		6,283,270	234,036		
	계	8,355,803			7,066,738			15.43
	에너지소비원단위[Mcal/m ² ·년]	655			554			
	에너지비용[천엔/년]	67,088	5,048		58,566	2,234		
계	72,136			60,800			15.71	
에너지비용원단위[엔/m ² ·년]	5,658			4,769				
C	조명·콘센트	427,154			371,966			
	공조열원	122,044		53,050	122,044		39,201	
	공조·환기동력	244,088			109,733			
	급탕	244,088		44,208	244,088		44,208	
	기타	183,066	2,929		127,909	2,929		
	교체·레이션				-505,000		115,140	
	계	1,220,440	2,929	97,258	470,740	2,929	198,549	
	1차에너지소비량[Mcal/년]	2,990,078	35,148	904,499	1,153,313	35,143	1,846,508	
	계	3,929,725			3,034,967			22.77
	에너지비용원단위[엔/m ² ·년]	369			285			
에너지비용[천엔/년]	27,444	644	2,928	11,509	644	5,956		
계	31,016			18,109			41.61	
에너지소비원단위[Mcal/m ² ·년]	2,910			1,699				
D	조명·콘센트	525,000			444,557			
	공조열원	180,552		77,000	133,849		56,768	
	공조·환기동력	280,016			195,532			
	급탕			6,438			6,438	
	기타	77,666			77,666			
	계	1,063,234	6,438	77,000	851,604	6,438	56,738	
	1차에너지소비량[Mcal/년]	2,604,923	70,818	85,300	2,086,430	70,818	505,265	
	계	3,361,041			2,662,483			20.78
	에너지소비원단위[Mcal/m ² ·년]	364			288			
	에너지비용[천엔/년]	23,816	782	3,274	14,634	782	2,413	
계	27,872			17,629			36.03	

- 이론치에 따라 검증의 정도(精度)를 유지
- 검증의 정도는 낮아지지만 계측방법을 고객과 합의

1)은 옵션 C의 선택이지만 부분적인 계측을 하는 등 옵션 A, B와 병용하는 경우도 있다.

어떤 경우라도 ESCO측의 노하우가 중요하다. 2)는 검증의 정도저하가 초래하는 손실이 투자를 환영하는 것으로 커버할 수 있다고 판단되는 경우이다. 실제의 비즈니스에서는 기술적으로 검증정도를 향상시키는 것도 중요하지만 검증방법을 고객과 합의하는 것도 중요하다.

계측·검증방법의 옵션 A를 <표 6>과 <그림 4>에 나타난 것처럼 개수전 계측의 유무에 따라 각각 A-1, A-2로 나눠 정리했다. 베이스라인의 설정과 개수 후 계측·검증 방법은 반드시 같은 옵션이어야 할 필요는 없다. 이것은 개수 전후에서는 얻어진 데이터가 다르기 때문이다. 베이스라인의 설정은 기기의 정격소비를 순간계측(옵션 A), 또는 과거의 에너지소비에서 통계적인 방법으로 파악(옵션 C)하여, 도입 후는 장기계측으로 파악(옵션 B)하는 경우가 이번 실증모델에서도 보여진다.

실증모델에서 채용된 계측기기 및 베이스라인 설정의 변동요소는 다음과 같은 항목을 들 수 있다.

<계측기기>

- 크립프미터, 아우워미터, 조도계, 전류계, 전력계, 온도계, 풍량계, 가스미터, 오일미터

<베이스라인 설정의 변동요인>

- 기기의 정격출력, 운전시간, 부하율(수요율), 외기온도, 기상데이터, 빌딩의 입주율

나) 실증모델의 베이스라인 설정방법

조명 및 배전용 변압기는 옵션 A를 채용하고 있고 조명 기구는 정격전력소비를 순간 계측한다. 가동시간은 일정치를 집어넣는다. 또 배전용 변압기는 메이커가 표시한 트랜스철손량(鐵損量)에 따르고 있다.

공조설비는 단순한 것은 모터의 정격소비전력과 가동 시간에서 구하는 경우도 있으나 모델 A, B에서는 2개월 단기계측을 하고, 모터의 소비전력, 열원기의 연료소비, 부실의 부하 등을 파악하고 있다. 또한 외기온도와의 상관관계를 분석하여 베이스라인 변동시 조정방법을 검토하고 있다. 모델 D도 공조에 관해서는 과거 7년간의 전력 및 등유소비와 외기온도, 가동상황을 수식화 해 베이스라

<표 5>에너지절약방법의 도입효과

실증 모델	에너지절약방법	개수전(기준소비량)			개수전(절감량)			에너지절감률	개수비	에너지절감 [천엔/년]	단순회수년수 [년]
		전기[kWh]	가스[Nm ³]	기타[가]	전기[kWh]	가스[Nm ³]	기타[가]				
A	고효율형광등기구로 교체 ¹⁾	30,967			5,465	302		17.65	2,360	75	31.5
	형광램프로 교체 ¹⁾	3,227			2,491	137		77.19	63	72	0.9
	인체감지센서로 조명제어 ¹⁾	4,435			1,142	63		25.75	801	15	53.4
	펌프의 인버터화	202,613			153,429			75.73	3,535	2,233	1.6
	팬의 인버터화	565,350			327,473			57.92	17,865	4,517	4.0
	BMS의 도입				146,064	107,725		-	50,517	5,814	8.7
	계	806,592			636,064	108,227		78.86	75,141	12,726	5.9
B	고효율형광등기구로 교체	455,040			127,500			28.02	26,000	2,677	9.7
	배전용변압기 교체	78,370			39,907			50.92	7,000	838	8.4
	단열필름 부착	12,779	48,079		5,073	19,087		39.70	9,300	2,110	4.4
	펌프·팬의 인버터화	203,306			81,834			39.29	7,700	1,719	4.5
	냉온수공급계통의 개조	9,642	46,079		1,642	1,803		4.32	3,200	224	14.3
	틸드실링의 도입	337,090			88,563			26.27	24,700	1,880	13.3
	공조기의 DDC제어	69,600			27,840			40.00	7,700	585	13.2
	열원설비의 최적제어	88,676	48,079		33,450	5,913		19.70	7,330	1,323	5.5
BMS의 도입 ²⁾								9,600			
계	1,259,503	144,237		405,809	26,803		27.59	102,530	11,336	9.0	
C	고효율형광등기구로 교체	551,880			55,188			10.00	3,140	877	3.6
	배전용변압기의 대수제어	50,908			24,528			48.28	3,000	389	7.7
	디맨드콘트롤러 도입	1,220,440			66,000			5.41	5,150	3,322	1.6
	단열필름부착			2,604	49,184		1,849	71.01	600	121	5.0
	펌프의 인버터화	99,864			48,355			48.42	2,900	768	3.8
	급수용전력절감	30,629			30,629			100.00	1,700	551	3.1
	코제너레이션 도입	1,220,440		97,258	505,000		115,140	59.26	34,000	4,456	7.6
	외기량의 CO ₂ 제어			29,527			12,000	40.64	500	360	1.4
	BMS 도입	1,220,440			20,000			1.64	5,000	815	6.1
	계	4,394,501		129,389	798,884		128,989	26.37	55,990	11,659	4.8
D	고효율형광등기구로 교체	349,754			80,443			23.00	9,680	1,082	8.9
	펌프·팬의 인버터화	460,568		77,000	96,414		13,300	19.55	99,350	7,960	12.5
	공조설정온도의 최적제어	364,154		63,700	34,773		6,932	10.07	19,670	806	24.4
	계	1,174,476		140,700	211,630		20,232	16.92	128,700	9,848	13.1

주) 1. 에너지절감율은 전기소비의 절감량만으로 산정한다.
 2. 에너지절감량, 절감비는 다른 항목에 포함시킨다.

인 변동시 조정방법을 검토하고 있다.

신규도입 설비의 경우는 대응을 별도로 한다. 틸드실링 처럼 대상으로 하는 방 전체에 적용하는 것에서는 해당 방의 부하 및 열원기 회수의 실측 데이터에서 추계한다. 단열필름의 부착에서는 시뮬레이션에 의한 이론치를 채용한다. 코제너레이션에서는 대체하는 전력소비와 열원기의 연료소비에서 설정하고 있다.

베이스라인 변동시 조정방법은 앞서 말한 것처럼 통계식에서 ESCO와 고객이 합의하는 경우가 일반적이다. 그러나 모델 B에서는 연평균 외기온도가 ±1.5℃ 이상 변화

했을 경우에 조정한다. 그 조정방법은 고객에게도 명확하지 않으면 안 된다. 고객에 대해서는 일정한 보증을 약속하는 것이므로 조정방법을 명확히 해야 한다. 이 경우 고객으로서는 보증의 수준을 합의하는 것이 되기 때문에 절감량이 계획보다 낮을 때에는 고객의 리스크는 없고 ESCO측에서 리스크가 발생한다. 그러나 절감량이 계획을 상회할 경우에는 고객은 메리트를 향수할 수 없게 된다.

<표 6> 계측·검증법의 옵션

명칭	옵션A		옵션B	옵션C
	A-1	A-2		
계측·검증법의 대상	· 도입한 에너지절약방법으로 평가한다 · 시스템의 부하변동이 작다 · 시스템의 연간운전시간이 일정하다		· 도입한 에너지절약방법으로 평가한다 · 시스템의 부하변동이 크다 · 시스템의 연간운전시간이 변동한다	· 도입한 에너지절약 방법효과를 시스템 또는 건물 전체로 적용시켜 평가한다.
개수 전의 베이스라인 설정	· 계측하지 않는다	· 기기성능을 순간계측(1부터 수회)한다	· 기기 각각의 소비량을 단기(수일에서 수개월 정도) 계측한다	· 기기 각각의 계측은 하지 않는다. 단, 부분적으로 단기계측을 행하는 경우가 있다.
	· 개수 전의 기기성능(키랄로그 사양 등)에 연간운전시간을 곱해 구한다	· 계측된 기기성능에 연간 운전시간·일(日)을 곱해 구한다	· 개수 전의 계측결과에서 소비량을 산정한다(필요에 따라 변동요인과의 관계를 수식화)	· 개수 전의 운전실적 데이터(3년간 정도)에서 소비량의 추계식을 개발한다(변동요인과의 관계를 통계적 분석에 의해 모델화)
개수 후의 소비량 파악	· 계측하지 않는다	· 단기계측하여 기기성능에 변화가 없는가 확인	· 기기별 소비를 장기계측	· 통계처리에 의한다. 단, 부분적으로 단기·장기계측을 하는 것이 있다.
개수 후의 검증	· 베이스라인 설정에 의한 예상소비량과 개수 후의 기기 성능에 의한 소비량에서 절감량을 구한다	· 베이스라인 설정에 의한 예상소비량과 개수 후의 계측 소비량에서 절감량을 구한다	· 베이스라인 설정에 의한 예상소비량과 개수 후의 계측 소비량에서 절감량을 구한다	· 베이스라인 설정에 의한 예상소비량과 개수 후의 통계 해석 결과에서 파악한 소비량에서 절감량을 구한다

다) 실증 모델의 계측·검증방법

조명은 옵션 A에 의한 것이 대부분으로 개수 전후에 조명기구의 정격전력소비를 순간 계측하며 가동시간은 일정치를 집어넣는다. 가동시간이 변화했을 경우에는 베이스라인의 조정이 필요하지만 이것에 대해 모델 D에서는 VAV(공기조화기에서 덕트 공조의 변풍량제어를 말함)의 가동시간이 대략 재실시간에 가깝기 때문에 VAV의 ON, OFF 계측결과에서 추계하고 있다. 이 경우 옵션 B가 채용되게 된다.

공조설비는 코제너레이션 등 발전·열원설비를 포함, 대부분이 옵션 B를 채용하고 있다. 개수 후는 전류계, 전력계, 가스·오일미터를 이용하여 장기계측을 행하고 있다. 단, 모델 B, C에서는 열원설비, 공조방식, 제어방법, 단열강화 등 복수의 방법이 채용되고 있기 때문에 각부의 전력 및 연료소비의 계측 데이터 자체에서는 방법 각각의 개선효과를 파악하는 것이 곤란하다. 모델 B에서는 열원

설비의 ON, OFF, 열매의 순환온도, AHU(에어핸들링유닛) 내의 풍량, 부실의 온습도 등의 추계결과에서 부하변동을 분석하여 각 방법의 효과산정을 하고 있다. 즉, 옵션 B를 주체로 하여 옵션 C를 조합하고 평가하는 방법을 취하고 있다.

EMS(Energy Management System) 단독의 에너지절약효과를 파악하는 것은 곤란하다. 모델 A, C는 EMS에 의한 에너지절약효과를 시산하고 있지만 모델 B는 EMS에 의한 효과는 모두 공조방식, 제어방식의 변경에 들어가는 것으로서 EMS단독의 효과는 보여주지 않는다.

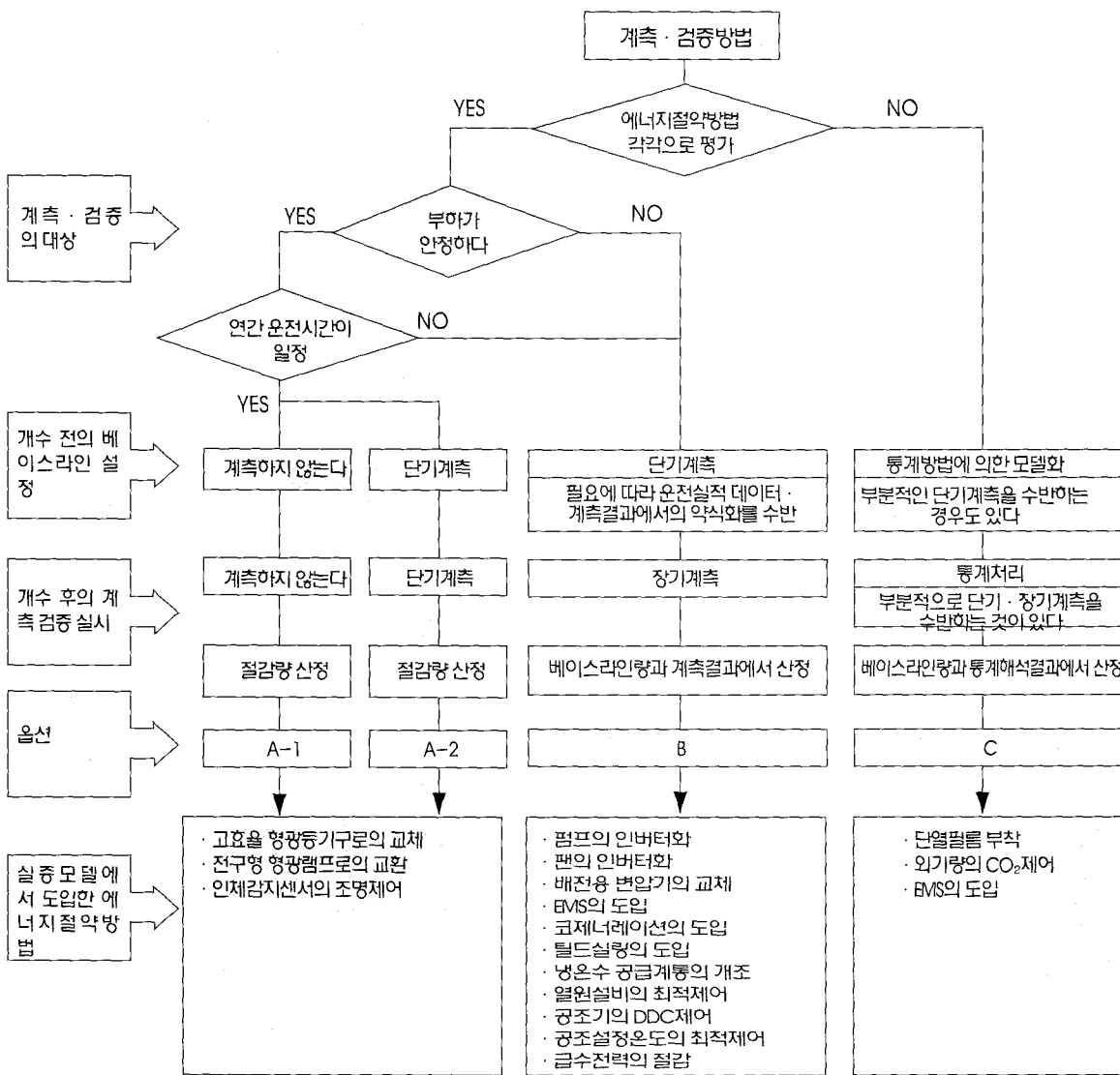
모델 A는 이번의 개수에서 냉동기의 교체도 동시에 하고 있어 냉동기 가스 소비량의 계측결과에서 EMS 단독의 효과를 특정하는 것은 곤란하다고 생각된다. 모델 C도 같은 형태의 수전전력에서 효과를 시산하고 있고 다른 공조기의 인버터화 등의 효과를 차감한 나머지를 EMS의 효과로 집어넣고 있다.

건물 전체의 에너지절감효과 및 경비절감효과는 가동 상황이나 기온 등의 조건이 변동하지 않을 경우에는 건물 전체의 전력소비 및 연료소비를 개수전후에 비교하는 것에서도 구한다.

따라서 실제 사업 중에 건물 전체의 에너지절감효과 및 경비절감을 파악하는 것이 가능하면 고객의 이익은 보증되는 것이 된다.

그러나 공조설비 등에서는 외기조건, 가동상황에 의해 에너지소비가 변화하므로 도입된 효율개선 방법 각각의 계측·검증방법이 검토되고 있다.

<다음호에 계속 이어집니다.>



<그림 4> 계측·검증방법의 옵션 플로우