

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 246）

BEST 省エネ基準対応ツールの認定と運用

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 246)
Certification and operation process as an application tool to the energy standards for buildings

技術フェロー ○長谷川 巖（日建設計）

特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授） 技術フェロー 野原 文男（日建設計総合研究所）

正会員 二宮 博史（日建設計）

正会員 飯田 玲香（日建設計）

Hasegawa IWAO *1 Shuzo MURAKAMI*2 Hisaya ISHINO*3 Fumio NOHARA *4 Hiroshi NINOMIYA*1 Reika IIDA*1

*1 Nikken Sekkei Ltd. *2 Institute for Building Environment and Energy Conservation

*3 Tokyo Metropolitan University *4 Nikken Sekkei Research Institute.

Since 2015, the BEST program has been technically examined so that it can be used as an application tool corresponding to the energy standards for buildings. As a result, the government issued a permit document on March 31, 2020, and it became available as an application tool approved by the Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism from April 1, 2020. This report describes the scope of application for the BEST program and the process to accreditation, as well as the contents to be noted in the application procedure.

はじめに

BEST 省エネ基準対応ツール（以降本報では BEST と略す）は、2015 年より建築物省エネ法^{注1}に対応した行政用ツールとして活用可能なように、技術的審査を建築物新省エネ基準検討委員会内に設置された SWG^{注2}にて実施して来た。その結果 2020 年 3 月 31 日に国土交通省より技術的助言^{注3}が発出され、2020 年 4 月 1 日より国土交通大臣が認めるプログラムとして利用が可能となった。

本報では、BEST の適用範囲と認定までのプロセスを取りまとめるとともに、建築物省エネ法における申請対応において Web プログラムと整合を図った内容について報告を行う。

1. BEST 省エネ基準対応ツールの適用範囲

これまで、建築物省エネ法対応における BEST の適用範囲は、建築物においてさらなる省エネ性能を高める性能向上計画認定（誘導措置）において活用可能なように審査を進めていたが、追加検証や一連の検討過程の結果、省エネ適判（適合義務）においても利用可能となった。2020 年 3 月 31 日に発出された技術的助言^{注3}では、

- 1) 性能向上計画の認定（誘導措置）
- 2) 省エネ適判（適合義務）
- 3) 建築物のエネルギー消費性能に係る認定

等を含めて活用可能な、国土交通大臣が認めるエネルギー消費性能を適切に評価できる方法として、位置付けられている。そこで、これまで BEST の建築物省エネ法

対応としては「BEST 誘導基準対応ツール」という名称でプログラムをリリースしていたが、このたび、「BEST 省エネ基準対応ツール」という名称に変更し、2020 年 4 月にプログラムを所管行政庁、登録省エネ判定機関、申請者に公開した。また、技術的助言が発出されたことを受けて、今後は BELS（建築物省エネルギー性能表示制度）や自治体、各種助成制度において BEST の適用が展開されるものと考えられる。

2. 認定までのプロセス

今後、省エネ性能を評価する同類のプログラムが生じ際のために、BEST における認定までのプロセスについて解説をする。表—1 は約 4 年間に及び実施した内容をまとめたものである。

表—1 BEST 認定までのプロセス

検討フェーズ	審議・検討内容
①技術的審査・追加検証 (2015-2018 年度)	・告示計算プログラムとの比較と整合 ・一次エネルギー計算、PAL*計算 (計算条件、計算方法、計算結果) ・未評価計算の扱い ・計算理論（ロジック）やプログラムへの 入力方法の審議 ・プログラム改訂ルール等
②申請書類確認 マニュアルの作成 (2018-2019 年度)	・BEST による申請書類確認箇所 の検討と登録省エネ判定機関向け のマニュアルの作成
③審査者向け講習会 (2019 年度)	・特定行政庁や登録省エネ判定 機関への概要説明と周知 (2020 年 3 月 12 日開催)

2.1 計算条件・計算方法・計算結果に関する審議

(1) 計算条件

これまで、旧省エネ法に対応した平成 25 年省エネ基準に適用した BEST プログラムを公開・運用していたが、2016 年度から建築物省エネ法が施行され、告示基準に基づく計算条件との整合が求められた。具体的には、これまで建設地に最も近い気象地点（840 地点）を選択して計算を行っていたが、告示計算で示されている 8 地域区分とした。また平成 25 年基準の BEST では、建物規模や設備仕様に応じて評価が可能ないように、計画建物の仕様を基準仕様に置き換えて基準一次エネルギー消費量の計算を行っていたが、告示計算と同じ室用途別、設備別の基準値にて算出することで変更を行った。その他、室用途別のスケジュール、開口部のデータベース、熱源機器補正等、計算条件の整合を行った。

(2) 計算方法

BEST は時刻別計算、非定常熱負荷計算、建築と設備間の連成計算など精度の高い計算を行っている。この点は、簡易な計算方法としている告示計算プログラム（Web プログラム）との違いであるため、先ず文献³¹⁾で BEST の計算方法・計算理論の詳細を公開することで明らかにし、次いで文献³²⁾において両プログラムの差を明確化した。

(3) 計算結果

計算条件をそろえた上で、同一建物モデルでの試算を行い、文献³⁴⁾に示すように一次エネルギー計算及び PAL* 計算について、BEST と Web プログラムの計算結果の比較を行った。計算方法が異なるため、計算結果の違いが生じる点については、文献³⁵⁾に示すようにその要因について詳細な分析を行った。しかしながら最終的には、建築物省エネ法における BEST の計算結果の取り扱いの審議結果、同一建物モデルの試算において BEST の計算結果の数値が Web プログラムの計算結果の数値を下回ることが無いよう、BEST の計算結果には、申請用の数値として換算係数を乗じることとなった。

2.2 入力項目や入力内容に関する検証

Web プログラムでの入力項目との違いや、申請者が判断に迷うことなく設計図書の情報を入力することが可能かという観点において、文献³⁶⁾の操作マニュアルと BEST のプログラムを用いて、入力項目と入力内容の検証を行った。

2.3 プログラムの改訂や継続性に関する検討

プログラムへの入力内容から計算結果に至るまでの整合や改ざん防止、プログラム改訂の頻度、サポート体制などの継続性について検討を行い、Web プログラムで行われている運用に準じて行うことで確認を行った。

2.4 審査体制の整備に向けた検討

所管行政庁と登録省エネ判定機関が、BEST の計算結

果を用いて建築物省エネ法上の審査が行うために、後述するとおり計算結果とプログラムへの入力内容を確認する旨が記載された「申請書確認マニュアル」を整備した。

2.5 審査機関への周知に関する内容

建築物省エネ法における BEST の位置づけや適用範囲、審査の方法が記載された「申請書確認マニュアル」を用いて、所管行政庁と登録省エネ判定機関を対象とした審査者向け講習会を開催した。

以上のプロセスを経て、2020 年 3 月 31 日に技術的助言が発出され、2020 年 4 月 1 日から BEST の運用が開始された。

3. 申請用数値としての計算結果の換算

BEST の計算結果を申請用の数値として用いるため、同一建物モデルにおける Web プログラムとの計算結果比較の審議³²⁾で導き出された換算係数の解説を行う。

3.1 一次エネルギー消費量計算における換算係数

BEST による設計一次エネルギー消費量の計算値は、Web プログラムによる計算結果と比較し、概ね 10%程度低かったため、地域区分や建物用途によらず、以下の式による換算後の設計一次エネルギー消費量を算出し、申請用数値として用いている。

$$ET = (EAC + EV + EL + EW + EEV) \times \alpha - ES + EM$$

ET : 設計一次エネルギー消費量 (換算後合計)

EAC : 空調設備の設計一次エネルギー消費量 (換算前)

EV : 空調設備以外の機械換気設備の設計一次エネルギー消費量 (換算前)

EL : 照明設備の設計一次エネルギー消費量 (換算前)

EW : 給湯設備の設計一次エネルギー消費量 (換算前)

EEV : 昇降機設備の設計一次エネルギー消費量 (換算前)

ES : 効率化設備による設計一次エネルギー消費量の削減量

EM : その他の設計一次エネルギー消費量

α : 換算係数 = 1.11

3.2 PAL * 計算における換算係数

同一建物モデルにおける PAL* 計算結果の比較（詳細は文献³⁷⁾理論編参照）を行った。BEST に対する Web プログラムの計算結果の比率を表-2に示す。主に 8 地域及び学校用途において BEST が Web プログラムの計算結果を下回る。表-2で 1 以上の値を示す地域や建物用途において、表に示す値を換算係数として BEST の計算結果に乗じた値を申請用数値として用いている。

表-2 PAL * 計算における BEST の換算係数

建物用途	地域区分							
	1地域	2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域	8地域
事務所	0.79	0.82	0.87	0.86	0.86	0.95	1.04	1.20
ホテル	0.68	0.68	0.70	0.71	0.72	0.73	0.80	1.02
病院	0.72	0.72	0.75	0.75	0.74	0.79	0.84	0.99
物販店舗	0.82	0.81	0.84	0.83	0.83	0.85	0.94	1.02
学校	1.04	1.05	1.12	1.06	1.06	1.13	1.17	1.20
飲食店舗	0.71	0.71	0.75	0.76	0.75	0.76	0.86	0.95
図書館	0.83	0.83	0.87	0.88	0.89	0.91	0.98	1.16
体育館	0.85	0.85	0.89	0.89	0.87	0.89	0.95	1.06
映画館	0.82	0.82	0.87	0.88	0.88	0.91	0.99	1.15

4. BESTの運用に向けた申請時の確認内容の整備

審査機関がBESTによる申請書類を確認するためのガイドラインとして「申請書確認マニュアル」を整備した。本マニュアルでは、計算結果及び設計図書とプログラムへの入力内容の整合を確認する方法が記載されており、審査機関が滞りなく審査が可能なように解説をしている。

4.1 計算結果の確認

(1) 一次エネルギー消費量

建築物省エネ法におけるBESTの計算結果は、表-3のように表示される。ここでは、建築物省エネ法におけるエネルギー消費性能基準(省エネ適判)、誘導基準について新築建築物、既存建築物のそれぞれと、低炭素建築物、新築等計画認定制度のそれぞれにおいて、基準と設計一次エネルギー消費量を比較し、適否を示している。審査機関ではこの部分を確認すれば直ぐに判定が可能となる。なお表-3で示す値は、3.1で示した換算係数を乗じた後の値を示している。

表-4では設備別の換算前と換算後のBESTの計算結果を、図-1では月別のエネルギー消費量を参考として示している。これにより申請者はどの設備の省エネ率が低いかや、冬期・夏期・中間期でどの季節のエネルギー消費量が高いかなど省エネ措置を推進するための方策を検討することが可能となる。

□判定結果

表-3 一次エネルギー消費量計算結果(判定結果)のまとめ

建築物省エネ法	エネルギー消費性能基準	新築建築物 既存建築物*	適否	設計一次エネルギー消費量		基準一次エネルギー消費量		
				GJ/年	MJ/㎡年	GJ/年	MJ/㎡年	
建築物省エネ法	消費性能基準	新築建築物	適合	13,100.7	1,310.1	<	17,963.8	1,796.4
		既存建築物*	適合			<	19,377.9	1,937.8
	誘導基準	新築建築物	適合			<	15,135.5	1,513.6
		既存建築物*	適合			<	17,963.8	1,796.4
低炭素建築物	新築等計画認定制度	適合	<	16,549.6	1,655.0			

*既存建築物とは、建築物省エネ法施行時点で現存する建築物のことをいう。

表-4 設備別計算結果

分類	□1㎡あたりの一次エネルギー消費量[MJ/㎡年]		
	設計(MJ/㎡・年)	基準(MJ/㎡・年)	BEI
空調	361.79	909.46	0.40
換気	23.15	44.94	0.52
照明	413.32	431.31	0.96
給湯	21.46	12.28	1.75
昇降機	16.15	16.15	1.00
その他	382.24	382.24	-
効率化設備	0.00	0.00	-
合計(その他抜き)	835.87	1,414.14	-
合計	1,218.11	1,796.38	-
換算後合計(その他抜き)	927.82	1,414.14	0.66
換算後合計	1,310.06	1,796.38	-

(2) エネルギー消費性能基準と計算対象室一覧

基準一次エネルギー消費量は、国交省告示第265号別表第2に基づく基準値に計算対象面積を乗じて計算し集計される。表-5はその一部を示す。基準一次エネルギー消費量がどのような室用途や設備ごとに配分されているかを参照出来、基準一次エネルギー消費量が高い部位ほど省エネ余地があると考えられ、参考情報となる。

(3) PAL*

誘導基準への適合確認に際しては、一次エネルギー消費量基準のみではなく、外皮基準(PAL*)への適合確認を行う必要があるため、表-6に示す計算結果にて適否の判定が行われる。なお、表-6で示す値は、3.2で示した換算係数を乗じた後の値を示している。表-7では計算対象室の室用途、ペリメータ面積、冷房・暖房熱負荷等を参考として計算結果で示している。基準値との比較においてどの部位で外皮性能の向上が求められるかなどの参考情報となる。

表-5 エネルギー消費性能基準一覧(一部抜粋)

□室用途別の基準一覧(エネルギー消費性能基準)				
室用途	合計面積(㎡)	空調(GJ/年)	換気(GJ/年)	合計(GJ/年)
事務所等/事務室	7,675.50	9,003.36	0.00	16,932.44
事務所等/更衣室又は倉庫	53.13	0.00	7.33	18.06
計	9,786.91	9,094.61	449.35	17,963.78

表-6 PAL*計算結果のまとめ

□計算結果(PAL*)			
設計(MJ/㎡・年)	基準(MJ/㎡・年)	BPI	
416	470	0.89	

□1㎡あたりの月別一次エネルギー消費量(MJ/㎡月)

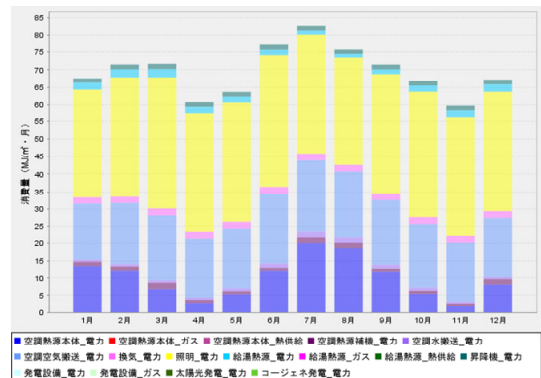


図-1 月別のエネルギー消費量

表-7 PAL*計算結果の詳細

□室別熱負荷の一覧							
室名	建物用途	ペリメータ面積(㎡)	熱負荷(MJ/㎡・年)			換算係数	換算後の熱負荷(MJ/㎡・年)
			冷房	暖房	合計		
基準階: AA-1	事務所等	2,093.00	267.78	278.46	546.24	1.00	546.24
基準階: AA-3	事務所等	1,515.50	282.02	247.36	529.38	1.00	529.38
非空調室	事務所等	1,067.50	-	-	-	-	-
建物全体		4,676.00	211.26	204.81	416.07	-	416.07

表-8 BEST と Web プログラムの入力項目の比較

入力項目	BEST	Web プログラム		Webプログラムにない、BESTの入力項目とその特徴
		モデル 建物法	標準入 力法	
◆窓開口部に関する入力				
サッシ面積率	○	×	×	サッシ面積率を変更することが可能
サッシ種類(建具の種類)	○	○	○	
ブラインド有無	○	○	○	
庇	○	○	○	
庇の種類	○	○	○	
庇各部寸法	○	○	○	
ガラス記号(ガラスの種類)	○	○	○	
熱貫流率	○	○	○	
日射取得率	○	○	○	
方位別の面積	○	△	△	入力方法が異なる
◆空調設備に関する入力				
熱源の冷房・暖房能力	○	○	○	
消費電力、燃料消費量	○	○	○	
ポンプの種類	○	×	×	ポンプの種類により特性が変わり計算に反映
電動機の種類	○	×	×	電動機の種類を計算に反映
電動機制御、流量制御	○	○	○	
流量、揚程	○	×	×	流量と揚程により消費電力を算出
空調機の冷房・暖房能力	○	○	○	
全熱交換器、バイパス	○	○	○	
予熱時外気カット	○	○	○	
空調機出口温度	○	×	×	変风量空調機の場合入力値が計算に反映
空調機コイル列数	○	×	×	コイル列数を覚えて計算することが可能
ファンの種類	○	×	×	ファンの種類により特性が変わり計算に反映
電動機の種類	○	×	×	電動機の種類を計算に反映
風量、静圧	○	×	×	風量と静圧により消費電力を算出
加圧能力、加圧器タイプ	○	×	×	加圧により電力消費量を計算
外気冷房-制御方式	○	×	×	「エンタルピー」に加えて「顕熱(乾球温度)」「顕熱+露点温度」制御が計算可能
CAV・VAVユニット	○	×	×	各ゾーンの風量制御を計算に反映
パッケージの冷房・暖房能力	○	○	○	
消費電力、燃料消費量	○	○	○	
冷媒配管長・冷媒管高低差	○	×	×	冷媒配管長さ・高低差を計算に反映
◆照明設備に関する入力				
室用途	○	○	○	
面積	○	○	○	
消費電力	○	○	○	
器具種類	○	×	×	昼光利用制御・初期照度補正制御に反映
昼光利用照明制御の種類	○	×	×	選択項目に違いがある
自動制御ブラインド	○	△	△	Webでは自動ブラインド制御の入力はない
窓面までの距離	○	×	×	昼光利用制御の窓からの奥行を反映
存在検知制御の有無と種類	○	○	○	
初期照度補正制御	○	○	○	
タイムスケジュール制御	○	○	○	
◆換気設備に関する入力				
換気制御	○	○	○	
ファンの種類	○	×	×	ファンの種類により特性が変わり計算に反映
風量(m ³ /h)	○	○	○	
静圧(Pa)	○	×	×	風量と静圧により消費電力を算出
消費電力(kW)	○	○	○	
高効率モーター(高効率電動機)	○	○	○	
◆給湯設備(共通)に関する入力				
室用途	○	×	○	
面積	○	○	○	
給湯器具	○	○	○	
給湯機器系統タイプ(一管式か二管式かを指定)	○	×	×	一管式と二管式で、循環ポンプの有無など、計算方法を区別している
給湯機器系統選択	○	○	○	
◆給湯設備(一管式)に関する入力				
給湯機器	○	×	×	給湯機器の種類を計算に反映
加熱能力	○	○	○	
消費電力	○	○	△	Webでは一次エネルギーで換算された効率を入力
燃料消費量	○	○	△	Webでは一次エネルギーで換算された効率を入力
定格COP	○	×	○	
貯湯量	○	×	×	貯湯量からの熱損失が計算に反映される
先止まり配管長さ	○	×	×	湯待ちによる捨て水が計算に反映される
代表口径	○	×	○	
配管保温仕様	○	○	○	
◆給湯設備(二管式)に関する入力				
給湯機器	○	×	×	給湯機器の種類を計算に反映
加熱能力	○	○	○	
消費電力	○	○	×	Webでは一次エネルギーで換算された効率を入力
燃料消費量	○	○	×	Webでは一次エネルギーで換算された効率を入力
定格COP	○	×	○	
貯湯槽容量	○	×	×	貯湯量からの熱損失が計算に反映される
本熱利用	○	×	○	
コージェネ熱利用	○	×	×	予熱槽の容量が計算に反映される
合計配管長さ	○	×	×	配管長さが熱損失計算に反映される
代表口径	○	×	○	
配管保温仕様	○	○	○	
◆昇降機設備に関する入力				
主要な対象室(階、室名、建物用途、室用途)	○	×	○	
速度制御方式の種類	○	○	○	
積載重量(積載量)	○	×	○	
定格速度(速度)	○	×	○	
台数	○	×	○	
輸送能力係数	○	×	○	
◆太陽光発電設備に関する入力				
太陽電池アレイのシステム容量	○	○	○	
太陽電池アレイの種類	○	○	○	
太陽電池アレイ設置方式	○	○	○	
パネルの方位角	○	○	○	
パネルの傾斜角	○	○	○	
パワーコンディショナの効率	○	×	○	
◆コージェネレーション設備に関する入力				
発電機容量	○	×	○	
発電効率	○	×	○	
燃費効率	○	×	○	
温水循環ポンプ流量	○	×	×	
揚程	○	×	×	
温水循環ポンプタイプ	○	×	×	
電動機	○	×	×	
放熱用冷却塔種類	○	×	×	
放熱量	○	×	×	
冷却塔消費電力	○	×	×	
ファン台数	○	×	×	
ファン制御	○	×	×	
出口水温	○	×	×	
冷却水温	○	×	×	
揚程	○	×	×	
冷却水ポンプタイプ	○	×	×	
電動機	○	×	×	
電動機制御	○	×	×	
優先順位	○	×	○	
運転スケジュール	○	×	○	
◆変圧器設備に関する入力				
相	○	×	×	
容量	○	×	×	電気室に設置されている変圧器からの熱損失が直接、計算に反映される
電気室	○	×	×	

4.2 入力一覧による入力内容の確認

BESTに入力した内容について、申請上の設計図書に記載されているかを確認するため、BESTでは、①基本情報、②外皮の仕様、③壁(外壁構成等)、④空調(中央・個別方式別) ⑤照明、⑥換気、⑦給湯、⑧昇降機、⑨太陽光発電、⑩コージェネ、⑪変圧器の11種類の入力一覧の出力機能を整備した。BESTでは精度高く詳細な計算を行っているため、一部入力項目においてWebプログラムには無い項目があるが、設計図書に記載されている項目であり、十分に読み取ることが出来る。BESTとWebプログラム(モデル建物法、標準入力法)における入力項目の比較を行い、WebプログラムにないBESTの入力項目とその特徴をまとめたものを表-8に示す。

おわりに

本報では、建築物省エネ法の申請に適切可能な、BEST省エネ基準対応ツールの適用範囲と認定までのプロセスを示した。またBESTの運用に向けた申請時の確認内容として、申請書確認マニュアルについて解説を行った。

【謝辞】本報は、(一財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BESTコンソーシアム」・「BEST企画委員会(村上周三委員長)」、プログラム開発委員会(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。BEST非住宅版開発委員会名簿(順不同)委員長:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、副委員長:長谷川巖(日建設計)、委員:島岡宏秀(大林組)、菰田英晴(鹿島建設)、田岡知博(コンパス)、佐藤誠(佐藤エネルギーリサーチ)、新武康(清水建設)、豊原範之、大木泰祐(大成建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、品川浩一、小林達也(日本設計)、羽鳥大輔、加藤駿(三菱地所設計)、野原文男、二宮博史、飯田玲香(日建設計)事務局:生稻清久(建築環境・省エネルギー機構)なお、「申請書確認マニュアル」の作成にあたっては、登録省エネ判定機関の方々にご多大なるご協力をお借りしました。紙面を借りて心より御礼申し上げます。

【注記】

- 1)建築物省エネ法:建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の略称
- 2)建築物新省エネ基準検討委員会 PAL*検討・WebプログラムとBESTの調整合同SWG
- 3)国住建環第274号 技術的助言P4-5「第4 BEST省エネツールの運用開始」国土交通省住宅局 令和2年3月31日

参考文献

- 1)BEST省エネ基準対応ツール解説書 操作編及び理論編
BESTホームページ <http://www.ibec.or.jp/best/eco/index.html>
- 2)長谷川他, 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その170) BEST(誘導基準認定ツール)の位置づけと特徴 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2016.9
- 3)小林他, 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その171) BEST(誘導基準認定ツール)の計算検証 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2016.9
- 4)長谷川他, 外皮性能評価に関するBESTとWebプログラムの計算検証 2017年度日本建築学会大会(関東)学術講演会
- 5)長谷川他, 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その208)BEST 誘導基準対応ツールとWEBプログラムの計算検証 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2018.9