

## 1. E. I 米国空調シミュレーション事情調査結果のまとめ

以下は 米国在住の Y. S. Chen (陳 義雄) 氏による調査報告のまとめである。

注：

Y. S. Chen, Vice-President, H. G. Yu & Associates, Richmond, Virginia  
陳氏のシミュレーションに関する略歴 (自叙)

・70年代にAPECエネルギー分析分科会の委員としてAXCESS, E-CUBE, POST OFFICE並びに其の他数種のエネルギープログラムの比較分析に参加する。

・71年にAPECのマイアミ大会にAPECを代表し、6個のエネルギープログラムの比較分析の結果を発表し、アメリカにおける比較のはしりとなる。其の後他のプログラムも追加分析し、HPAC誌に発表する。

・73年頃アメリカ全国で100本配布されたNBSLD負荷計算プログラムの受領者の一人となる。これに自社製のエネルギー計算サブルーチンをシカゴEEC社で開発実際のプロジェクトに応用する。代表例としてHeatpipeとFree Coolingのエネルギー優劣の比較分析をNew Yorkの毎時気象データで行う。又St. Mary Hospital蒸気ボイラーを空調、加熱、消毒、厨房、洗濯負荷等を含めた上で毎時シミュレーションをオーナー側の技術者と協力しながら決定する、等がある。

・其後上記のプログラムを追加開発し、当時新設されたばかりのDOEの委託で太陽熱関係の冷暖房のシミュレーション、実施、検証をやる。実施例として、プエルトリコ、サンファン市に設置された吸収式冷凍機利用の太陽熱源冷房のシミュレーションと実施がある。又このプロジェクトで、Wisconsin大学でTRANSYを開発したWilliam Duffy教授と共同作業をする (当時は第一回エネルギー危機の後でDOEのエネルギーリサーチは常に大学、メーカー、システムデザイナーの共同作業で会議は主としてワシントンのエネルギー省で行われました)。

・この時期に同じくDOEの依頼でDOEプログラム、NECAP (NASA) と他のプログラムを比較試用する機会を得る。これが私が体験したDOE/NECAPの唯一回の使用例です。この時にしみじみ感じたのは“与えられた”システムの比較にエネルギー分析をするのはFutileな動作であり、最適化 (エネルギー消費量と初期コストの兼ね合い) の前提で、ビル、気候、システムの相互反応であるエネルギー消費量を検証するのなら意味があると言う事です。この意味でDOE-IIは良いプログラムだと思いますし、アメリカAIA (建築学会) がDOE-IIを使用して全米各地のビルの年間消費量をF1<sup>2</sup>あたりで計算したのは有意義だったし、又日本のPALとCECはビルとシステムの双方の省エネ特性を兼顧したバランスのとれた発想で、世界に類例がないと思います。

・其後、私のエネルギー分析の経歴と実績が買われてキャリア社入社となり、初めは私の信念をCarrier Internationalで貫く事が出来、TI-59, HP-85などのハードを使って主として空気側のシミュレーションプログラムを開発、世界各地でプロモートし、特にヨーロッパで歓迎されましたが、80年代に入ってから、当時キャリア社社長の鶴の一声で、Carrier Domesticと合流、後は主流派の考え、つまり冷凍機器も含めたエネルギー消費量の計算こそ大切であり、むしろ空気側、負荷側のシミュレーションは簡略化すべきだとの意見に押し切られ、今のHAPの形となりました。冷凍機関係の機器の販売が主流でしたので、当然の帰結かも知れません。Optimum HVAC Design by Energy Simulationの立場からはCECによるシミュレーションもRoughすぎると思われます。

### 1.1 調査概況

ここに収録した第一回から第四回資料までは、アメリカのエネルギープログラムの開発、最盛期と成熟期、そして応用の現況をユーザーの立場から調査したもので、その期間は70年代、80年代、そして90年代と、前

後20数年にわたるものである。

調査対象は陳氏も含めて全米、西部、中部、南部、そして東部と全部で12名、経験も数年から数十年、又年齢的にも高中若年層とプログラムの開発経験者とPCしか知らない世代を含み、一応アメリカのユーザーのProfileになったと言える。

この調査は日本の空調学会で極めて著名なプロデューサーからの依頼だと、前置きしました所、みなOpen且つFrankに質問に答えてくれたということである。

## I.2 結論

(以下、私とあるのは Y. S. Chen氏のことである)

- (1) アメリカでのエネルギープログラムの使用は10年以上の実用期をへて、小規模の事務所に至るまで一応定着している。又日米のユーザーを比較してみると、私のキャリア社での体験では、中小事務所ではアメリカのコンサルタントに一日の長があります。唯大手設計事務所やゼネコンレベルになりますと日本の方がダントツに優秀なのは私自身日建設計、日本設計、梓設計、又は大成建設、新日本空調等の方々との接触で極めて明白です。
- (2) 今回の調査ではDOE-IIの体験者は7名と多数派になりました(正直のところ私の予想外でした)。次はTRACE、E-CUBEは2名、TRANCYSは使用者皆無、BLASTの使用体験はBob Tsaiのみ。
- (3) DOE-IIに対する所感は入力が煩雑なのは全員一致。プログラムの良否は良いとする人が多く、その反面意味がないとする良識派(Tom Hartman)の意見もありました。
- (4) エネルギープログラムの使用理由はシステムの比較選択が主で、その反面その様な使い方は意味がないとする鋭い意見(T. Y. SunとT. Hartman)もありました。
- (5) 尚今後アメリカでのエネルギープログラムの開発は如何にあるべきかは、ほとんど意見が聞かれず、唯Bob TsaiのBLAST的な発想でやるべきだ、また、HartmanのシステムとコントロールのInteractiveなSimulationが出来る、空調システム最適化設計の為のAnalytical Toolの開発が90年代の急務だとの見方が印象的でした。兩人ともエネルギープログラム開発の経験者です。
- (6) Hartmanの考えは今の所少数派ですが、諸般の事情から推察して今後アメリカで急速に主流化すると思われる、つまり、Analysisを設計で重視する動きです。

## I.3 アメリカでのエネルギープログラム開発の経緯と実際の使われ方

今回の調査でエネルギープログラム開発に関係した人達と、又実地でのユーザーの話を聞いて両者の考えの差異に気が付きましたので、以下追記すると共に、今から開発するなら如何にすべきかの私見も入れて補足いたします。

- (1) アメリカでのエネルギープログラムの開発は第一次オイルショック、エネルギー危機が動機であり、ビルのエネルギー消費量は全国のエネルギー消費の1/3により、これを以下に省エネするかで発足しました。つまり建築の省エネ化と設備の省エネを二大目的として、当時脚光を浴びて来た電算機を使って検証することでした。
- (2) これを空調設備の立場から言うと、システムの省エネとはあくまでもシステム効率の追求、つまりシステムロス(搬送、再熱、排熱ロス等)の減少、そして巧みなコントロール(例えばHartmanのHigh Performance DDC)も考慮したシステムの最適化設計であったはずで。
- (3) 残念ながら90年代の現実省エネをシステム比較に置き換えて、システムAはシステムBよりエネルギープログラムの計算結果としてエネルギー消費量が少ないから“省エネ”だとの安易なSelf-Cheatingとも言える使い方に終わってしまい、果たしてシステムAは省エネかの視点は一部の識者を除き見られないようです。又この視点のある人にはアメリカの実存プログラムは全く不満足でそこでエネルギープログラムを自分の設計、コントロールに合わせて自作することになります。(T. Y. Sun, Tom Hartmanがそれを実行し、私も70年代に同じ様な事をやりました。70年ではそういう考えの方が主流でした)。

#### I.4 これからのシミュレーションプログラムのあり方

- (1) 上記の視点から今回の調査で多くのユーザーがシステム比較のみにエネルギー分析を使うとの発想には多少奇異に感じられました。Optimizationの視点が全く欠如しているのです。アメリカの省エネの成果が日本に比べて極めて劣る一つの原因ではないでしょうか。
- (2) 私見としてエネルギー分析の最終的な目的はIntegrated Building-System-Control Design by Dynamic, Interactive Simulationだと思います。私は70年代から80年代の初めに部分的にこの構想を手計算を入れて、或程度実現しましたが、ビル、システム、コントロールの三者を通じて、Input, Output Dataを自由自在にOn Realtime Baseで交流できる、横断、且縦断的なデータベースの構築が前提だと痛感しました。当時私と同じ様な考えを持った人もありましたが、先立つものはお金で（当時ASHRAEで600万ドルぐらいとの予想もありました）、今回の調査でその様なプログラムは完成していない、勿論実用化もしておらず、むしろ業界に興味は、他に例えばIAQ, CFC'sなどに移行していると分かりました。
- (4) 又プログラムの開発側もBLASTを除く（DOE-IIはデータがないので分かりませんが）他のプログラムはWindow Dressing的な事に汲々としており失望しましたが、そのかわり、Interactive Simulationそしてデザインツールとして使う機運も見られ大いに気を強くしております。是非今後の仕事の上でのテーマにしたいと働きかけており、近く具体化する事を期待しております。今やNation Stateも影が薄くなり、ボーダレスで国際化の時代、しかし日本でも同じ様な動きがあり、国際化を推進しているなら、宜しく願います。Harimanは西岸でコントロールの立場から、私は東岸でシステム設計の立場から参与したいと思えます。その様なプログラムのベンチテストの一員として。
- (5) この様に思索をたどって行きますと90年代のエネルギープログラムは如何にあるべきかの答えは極めて明らかで（少なくともアメリカでは）BACK TO BASICSということになります。アメリカは10~20年ぐらいのサイクルで思考が大きく変わる国ですが、（国全体でも、そして空調業界でも）、時計の振り子は又大きく振れようとしております。省エネは又システムの最適化設計の起点（BASICS）に戻って、具体的には最適化設計をビル、システム、コントロールの同時且つInteractiveなSimulationで追求することではないでしょうか？現実もその方向で動いております。今の所まだ大きな波とはなっておりませんが……。

## 1. E. II 米国におけるプログラム評価の経過と現況 YSCからの提供情報リストとその概要

### 第一回資料

第一回資料は、当方の依頼意図が十分に把握されていない段階で、コンピューターとシミュレーションのキーワードのもとに思い当たる手近な資料を送付されたもの。とくに負荷計算はあらゆるエネルギー解析の基本であり現在もまだ議論百出のテーマであるから、当時を顧みるのも価値あることと思われる。

#### 1-1 OUTPUTS from APEC 1971 ENERGY ANALYSIS SYMPOSIUM, Y. S. CHEN, 1971

ASHRAEのコンピューター利用検討グループAPECはASHRAE TASK GROUPのはしりであり、コンサルタントが中心になって行った研究である。幾つかのプログラム（いずれも手計算用のものをプログラムかしたもの）の計算結果を比較したもので、エネルギー使用量に最大2倍以上の差が生じている。陳氏の問題把握とシミュレーション活動はこのスタディーに端を発したと言えよう。

#### 1-2 米国におけるエネルギー分析とハードウェア、Y. S. CHEN、空気調和と冷凍、1982

80年代初期までのエネルギー予測プログラムをハードとソフトの両面を勘案し、簡易計算法（手計算、電卓）と詳細計算法（大型コンピューター、当時）についてその使用性、使用価値、計算精度について比較検討したものである。比較は二つあり、第一は筆者自身による、UNIKAL II, OPCOST（いずれもキャリア社、ビン法、改良ビン法）と米国エネルギー省のDOE-2との定性的比較、第二は楠田博士がASHRAE大会で発表されたASHRAE/TC4.7法（改良ビン法の一つ）とE-CUBE（米国ガス協会）、ESAS（）、BLDSIM（ハネウェル社）、BLAST（USACERL米軍建設技術研究所）、DOE-2, ACCESS（）、TRACE（トレーン社）との比較である。後者によればBLDSIMとの比較以外は簡易法の計算結果が特に有意の差を示していない。なお、NBSLDは動的シミュレーションで他と性格が異なる。

#### 1-3 A COMPARISON OF FIVE DIGITAL COMPUTER PROGRAMS FOR CALCULATING MAXIMUM AIR-CONDITIONING LOADS, PART 1. A SIMPLE OFFICE BLOCK, D. J. NEVRALA et al., 1970, THE HEATING & VENTILATING RESEARCH ASSOCIATION LABORATORY REPORT No. 62

陳氏の記憶の範囲内でコンピューターによる負荷計算法比較分析のはしりであり、前述APECシンポジウムの一年前になる。比較は、手計算法のCARRIER, '65IHVE GUIDE、マニュアルの電算法化としてAPEC, Faber, Westinghouse、伝熱機構を数学モデル化したものとしてSF, Philipsの7つを比較した。計算結果は互いに大きな開きがあった。

#### 1-4 Comparisons on Cooling Load Calculation Results between Carrir Method and Others

当時のエンジニアにとってCARRIERの蓄熱係数法による負荷計算法は最先端の方法であったが、陳氏もこれにはかなりの信頼感を持っていたようで、後日同社に入社するのにも縁があったと思われる。そのCarrir法はASHRAE GUIDE法とともに一つの基準法として比較されることが多かった。以下は氏自身が行ったもの。

##### 1-4-1 Peak Load Verificaton (II), Y. S. CHEN, 1975頃?

CARRIER法とASHRAE GUIDE法とを比較したもの。その差は負荷全体で5~6%であった。

##### 1-4-2 Comparison Graph of Cooling Load between TRACE and EEC, Y. S. CHEN, 1975頃?

NBSLDに基づいたレスポンスファクター法を採用したEECのプログラムと当時のTRACEの負荷計算結果の比較。TRACEが40%過大な出力をし、実績から見ても不適合であった。

## 第2回資料

第2回資料は、当方の意図がエネルギー解析プログラムにあることを知り、これに対して米国の空調技術界のシミュレーション技術の調査をするに当たって、過去になされた電算化初期・中期のエネルギー分析に関する情報を陳氏の手元にあったものを送ってこられた。言うまでも無く現在のシミュレーションプログラムも当時の遺産の上に成り立っているものが多く、発達の経過を知ること無益ではない。陳氏は当時イリノイ大学から、シカゴマリナタワーの設計で有名なGoldberg社長の主催するEEC社に勤務、さらに2-1の論文によってキャリア社に引き抜かれて、以後キャリア社のプログラム開発と技術営業のトップエンジニアとして活躍するまでの時代の資料である。

### 2-1. ENERGY CONSERVATION BY SIMULATION, Y. S. CHEN (for Engineer's education in Environmental Engineering Corporation as the Vice President), 1974

当時、林立状態にあった負荷計算法の計算結果の比較を行い、方法によっては2倍近くの差が生じることを示している。また日本の空調学会の非定常計算法の紹介も行った。次いでシステムシミュレーション技術の当時の現況とプログラム開発の方法について論じている。この考え方は後にキャリア社で採用、陳氏自身が同社に移って作ったE20-II国際版のプログラムに生かされた。

#### -1A. Energy Analysis As We See It, Y. S. Chen (CONSULTING ENGINEER, Nov. 1993)

ミルウオーキー氏の聖マリア病院の増設の設計に当たってエネルギー予測を要求され、陳氏がシミュレーションプログラムを作成、外気冷房の詳細のシミュレーションを行っている。

#### -1B. FEASIBILITY STUDY OF ENERGY CONSERVATION SYSTEMS AS APPLIED TO HEALTH SCIENCES CENTER, STAGE II, a part (EEC Ref. No. 73001, June 1973)

ヒートパイプ式の空気/空気熱交換器による熱回収と外気冷房のみの場合とのコスト比較を行ったシミュレーションの報告書抜粋。

### 2-2. Predicting building energy requirements, MARX AYRES (President of Ayres & Hayakawa Energy Management), HPAC, Feb. 1977

著者は有名なコンサルティングエンジニアで、ユーザーの立場からその当時のエネルギー解析プログラム使用上の問題、ジレンマについて述べ、二つのモデルビルに対する各プログラムによる計算結果を比較評価している。比較プログラムはECUBE (アメリカガス協会), AXCESS (電力協会), TRACE (トレイン社), MERIWETHER (R. F. MERIWETHER & Assoc.) であり、最大40%近くの差違を出力した。

### 2-3 ASHRAE RP-152 Extension and Verification of Improved Cooling Calculation Method, Final Report -Jan. 1976

エネルギー危機の発生に伴ってASHRAEの負荷計算法への反省が高まり、TASK GROUP出まとめた報告書で、委員長は Dr. Rudoy, 実際の担当者はNBSLD負荷計算プログラムで活躍した Dr. Hillである。従来の全日空調を前提とした計算法に対して間欠空調を行った場合の四冷熱負荷、室温変動の解析をNBSLDを用いて行うとともに他のプログラムとの比較を行った。

### 2-4 MEMORANDUM REPORT: A COMPARISON STUDY OF LARGE BUILDING COOLING LOAD CALCULATION METHODS, CHARLES E. BULLOCK (RESEARCH DIVISION, CARRIER CORPORATION), Feb. 1977

陳氏がキャリア社に入社して、当時コンピュータープログラムで圧倒的な実力を示していたスエーデンのFlakt社を調査、取合えず対抗するのにキャリア手計算蓄熱係数法の有利性を示す資料を研究所に作らせたのがこれで、APEC, WESTINGHOUSEに比して当時最も精度が容易とされていたNBSLDに近い計算結果を示している。

2-5 TRANE社のTRACEプログラムの蓄熱計算アルゴリズムとCARRIER社のREAP手計算と電算プログラムとの(負荷・エネルギー消費量計算)比較, Y. S. Chen, およびNBS? 1980年代初期

第一回資料にあった、BEC社とTRACE社の両プログラム比較の大きな差を追求するために調査した結果得た、TRACE社が利用している蓄熱係数表と、REAP(キャリア社の手計算法)、TRACE(トレン社)、NBSYS(NBS)、MEDSI(MERIWETHER)の計算結果並びに実際データとの比較を示したもの。気象データの差を除けばREAPは良い線を行っているとのこと。

### 第3回資料

興味の主点がエネルギーアナリシスにあり、実務的観点での使用性能を比較することであることが明確に把握されて、陳氏の意見ではE20-II(キャリア社)、TRACE(トレン社)およびBLAST(現在はイリノイ大がサポート)がそれに適するものである(DOEは実務向けでない、E-CUBEは熱源のみ、TRANSYSは要素ベースのプログラムで実務的でない)として、第三回資料ではHAP(HAP:Hourly Analysis ProgramはE20-IIの中のシミュレーション部分、E20-IIのほかのプログラムにはダクト計算、配管計算、経済解析プログラムがある)とBLASTに関する資料を送ってこられた。TRACEに関しては前回までの資料に見られる論調から氏は余り信頼していないように思われる。

3-1 CARRIER社のHAP3.0とILLINOIS UNIV.のBLAST各最新版によるデータおよびヒアリングに基づく比較検討, Y. S. Chen, Dec. 10, 1993, 私信形式

(1) 共通点

両者とも80年代初期から基本的な考え方は変わっていない。すなわち、

- ①時間単位の計算である
- ②負荷計算→エアサイドシミュレーション→熱源シミュレーションと直列に接続してこの間にフィードバックはない
- ③システム数も余り増加していない(特にHAPは陳氏自身がかって開発に携わったものであるので良く分かる)
- ④従って動的シミュレーションは含まない、ただしBLASTは1994年意向に発売する新バージョン(IBLEAST)では動的シミュレーションが可能となる予定。

(2) 相違点(比較表あり)

- ①キャリアは空調機メーカーであるのでエアサイド(ファン)システムのバリエーションが多い
- ②BLASTはむしろ熱源システム、プラントに力を入れているようで温度成層水蓄熱、氷蓄熱システムを含む

(3) HAPについて改良された事項(Ver. 3.0, 1993より)としては、

- ①計算時間単位は、ビン法(20以下)→月平均毎時(288)→年間毎時(8760)へ
- ②負荷計算は蓄熱係数法(キャリア)→伝達関数法(ASHRAE)へ
- ③除去熱量ベースになったので間欠運転の予熱負荷計算が可能に
- ④システム数は増加して実際的になった
- ⑤熱源機器の部分負荷特性の改良

があり、一方、以下の問題点がある。

- ⑥コジェネレーション、蓄熱システムがないなど、熱源システムが不足
- ⑦隙間風計算はユーザー入力に頼るので精度不足、特にVAVが絡むと厄介
- ⑧配管ロスが簡略モデル
- ⑨今のところ動的シミュレーションに展開する予定はない

(4) BLASTについては、1980年のVer. 3.0以降新しいバージョンは出ておらず、1994年に出る予定のIBLEAST(1980年代後半からお開発)が10年ぶりとなるがこれはエネルギー解析用ではないと思われる。どの程度アルゴリズムが改良されてきたかの経過は不明であり、イリノイ大サポートオフィスのこれまでの役割が今一つ不明瞭である。前述のように熱源プラントの種類に勝るものがある。エアシステムについては実用性が不足との印象。

3-2 HAP DOCUMENTATION (HAP:Hourly Analysis Program, a part of the family of the Carrier E20-II HVAC engineering and design programs)

HAPマニュアルの抜粋並びに質問事項の回答が含まれている。

-1 Abstracts from Design Load Use's Manual for HAP & SDL, 06/93

HAPマニュアルの負荷計算、システム計算、シミュレーション部分の抜粋

-2 FAX MESSAGE from J. Pegues, United Technologies-Carrier, Software System Group, Dec. 8, 1993

陳氏からキャリアのJ. Peguesへの質問に対する回答、気象データ・加湿・配管ロスについて

-3 Abstracts from HAP DOCUMENTATION GUIDE

OPCOST (E20-II) マニュアルから同じく計算アルゴリズムの載っている章の抜粋、負荷計算はHAPと異なり改良ビン法である。

3-3 BLAST DOCUMENTATION (BLAST:Building Load Analysis and System Thermodynamics)

BLASTのマニュアルから、VAVシステム関係の抜粋とイリノイ大サポートセンターの発行するblast news.

3-3-1 User Reference: Fan Systems, Variable Volume System, EQUIPMENT DESCRIPTION

-2 ditto , USING THE BLAST VAV SYSTEM: Specifying the VAV System

VAVシステム説明とプログラム説明部分抜粋

3-3-3 blast Fact Sheet, BLAST Supprt Office, University of Illinois at Urbana-Champaign, Jul. 1993

-4 blast news, University of Illinois at Urbana-Champaign, Aug. ~Oct., 1993

前者はBLASTの紹介パンフレットのような物で開発の歴史、使用法、何ができるかを簡単に記述し、後者は新しいバージョンのBLASTの宣伝記事である。

-5 THERMAL STORAGE UNIT, INTERNAL MELTOUT CURVES

氷蓄熱の出力温度曲線を示しているが計算例からは目的が不明。この程度のもの、という陳氏の意図であるが、BALTIMORE提供と思われるこのデータが出力温度を各種条件に対してシミュレートできるのかどうかは興味のあるところである。

-6 BLAST Catalog of Services, Software, and Publications, BLAST Support Office, May 1993

イリノイ大BLASTサポートオフィス(BSO)の紹介パンフレット。サポート内容のほかに、ソフトの価格、気象データのリストが載っている。

3-4 VENTILATION ANALYSIS FOR A VAV SYSTEM, Y. S. CHEN, et al., HPAC, April 1992

VAVシステムでは負荷変動と共に外気導入量も変動し、IAQの観点から問題が起こる可能性がある。この点は中原も重要なテーマと考えて、丹羽君らと共に最適化方策を模索したことがあるが、陳氏が同じ問題に着目しているのは彼がいかに優秀で慎重な技術者であることを示している。モデルビルに対して台北、上海、ニューヨークの気象条件でいかに外気量が、従ってCO<sub>2</sub>濃度が変動するかを解析している。氏の意図は設計やシミュレーションはこの点までも考慮してエネルギー解析をすべきである、と言う点にある。

3-5 台湾・国際貿易ビルの空調システム、Y. S. CHEN, ヒートポンプによる冷暖房、1988. 12. の抜粋

エネルギー消費量のデータを載せているこのレポートによってファンの消費動力の大きさを示し、エアサイドシステムのシミュレーションのバリエーションを豊富にし、その精度を上げることが重要であると主張している。

## 第4回資料

第4回資料はユーザーのヒアリング資料である。陳氏の人脈の中から、各世代に属すると思われる12名のエンジニアからのヒアリング結果である。これによって米国における最近の実務におけるシミュレーションプログラムの使用頻度・使用目的・エンジニアの要求の奈辺にあるかがかなり明確になる。

詰まるところ、発注者あるいは政府規制の求める場合に限って正当な報酬のもとにエネルギー計算のためにシミュレーションを用いる、従って国のプログラムである DOE-II が使用が難解で入力に多大の時間がかかるにもかかわらずヒアリングの中では意外に最も使用頻度が多いことが判った。

### 4-1 エネルギー分析 (第一報)

#### 4-1-1 ヒアリング結果

James Willis (Lee & Browne 社), Herman Behls (Consulting Engineer), Bob Tsai (Frow Daniel 社) からのヒアリング結果

#### 4-1-2 Integrated Computer-Aided Engineering, Wiley-Interscience

新しく発刊されたCAEの雑誌の内容の紹介

#### 4-1-3 The Softening of Software, The Economy, Jan. 8, 1994

ソフトウェアの急激な値下がりを告げる記事で、空調ソフトの動向に対比すべき資料として陳氏が選んだもの。

#### 4-1-4 COMTECH, Technical brief of EPRI

空調システムの経済分析プログラムで、各種の空気側・熱源側システムを含む。EPRI (電力研究所) の開発。トレーニング用フロッピーを付属。

### 4-2 エネルギー分析 (第二報)

Steve Maisko (State of Virginia), T. Y. Sun (Consulting engineer), Cherie Saunders (Consulting engineer, Virginia), Richard T. C. Kuo (Consulting engineer, Chicago), Stan Dewster (Consulting engineer, Kansas), Larry Goodwill (H. C. Yu & Associates, Florida), Waynn Yao (Martin & Associates, Los Angeles), Bong Realiza (Consulting engineer, Chicago), Thomas Hartman (Consulting engineer, Seattle) からのヒアリング結果に自らの体験に基づく補足意見を詳細に記述、最後に調査のまとめとエネルギー解析に関する見解を記述して締めくくっている。