

■ 技術報告 ■

エネルギー有効利用調査について

—めざせ21世紀アメニティワールド—

(東北地域エネルギー有効利用可能性調査報告書から)

齋藤武雄*

Takeo Saitoh

この調査は、“エネルギー有効利用はいかに図るべきか。”をテーマに、東北地域エネルギー有効利用可能性調査委員会(委員長、東北大学大谷茂盛工学部長)と作業部会(部長、筆者)を設置(事務局、仙台通産産業局)して調査・検討し、その結果を昨年公表していますが、ここに、その概要を紹介します。

1. まえがき

前記報告書の前文として書かれた大谷茂盛教授の言葉をもってまえがきに替えさせて載く。

『第二次世界大戦後の日本が、敗戦の衝撃から立ち上がり、前途にほのかな希望を見だしかけた頃の昭和二十六年、国民生活を向上させるためには、エネルギーの一種である熱を無駄にしないように管理する必要があるということで、熱管理法が制定された。

抜山先生(大谷教授の恩師)は、その頃すでに熱管理という考え方を打ち出されており、私は、その薫陶をうけていた。

昭和二十年代は、エネルギーを節約しないと工場経営も成立しない時代であったが、昭和三十年代に入ると一転して、高度成長が始まり、ものの使い過ぎの時代で、エネルギーもいくら消費してもよい時代となり、その状況が昭和四十八年の第一次石油危機まで、およそ二十年間続いた。

私は、高度成長期の頃も、「エネルギーの有効利用」が叫ばれるような時代が必ず到来することを学生たちをはじめ、さまざまの立場の人たちに話していた。

エネルギー情勢が緩和基調といわれている現在も、その主張は一点のくもりもなく持ち続けている。

通産省が公表した「二十一世紀エネルギービジョン」にも、石油のノブルユース化についての記述があるが、私は、高度成長期の頃にも、まさしく、この考え

方に基づき、エネルギー問題を考えるべきである旨、主張していた。

地球の歴史からみれば、時間的には“瞬間”である最近の百年間に生存した人々が、貴重な化石資源である地球上の石油の約三分の一を既に消費している。

したがって、石油の用途は、原材料等価値の高いものに限るべきであり、それが子孫に対する最低限の責務である。

一方、日本に神が特別に与えてくれた資源は“水”であるが、石油が途絶えても水は残る。いま、原子力や火力に比較してコストが高いということで、未開発になっている水力の開発を、最低限のセキュリティおよび子孫のため、経済的に余裕のあるこの時期にコストを第二義にしてでも行うべきだという考えももっている。

このような考え方や、専門が熱力学という立場もあり、昭和二十年代から、関係官庁や企業の方々と「エネルギー有効利用」を通じ、ふれあいを続けてきた。

このたびも、「東北地域エネルギー有効利用可能性調査」について仙台通産局から相談を受けたが、進んでそれを引き受けた。

今回の調査では、従来あまりつきあいのなかった東北地域のビル・工場、自治体で日常エネルギーに関連する業務、研究に携わっている方々にも、アンケート調査にご協力をお願いしたところ、当初予想をはるかにこえた千四百四十八人(65.2%)の方々が回答を寄せて下さり感激し、また、エネルギーに永年、かかわっているものとして、身の引き締まる思いがした。

“エネルギーの有効利用”について考えてみると、前述した化石資源や水力に対する考え方も基本理念の一つであるが、“エネルギーの段階的利用”も理にかなった大切な考え方の一つである。

例えば、製鉄所と製紙工場のコンビナートがあったとすると、製鉄所で利用後の熱を製紙工場に振り向け

* 東北大学工学部機械工学第二学科教授
〒980 仙台市荒巻字青葉

れば、製紙工場のエネルギーは、あらためては不要である。このようなエネルギーの流れのコンビナートは、日本には、まだないが、調査結果にあるように、これの実現のためには、エネルギー利用機器効率化、排エネルギー回収技術の開発等、克服されなければならない数々の課題もある。

これらの諸課題解決の前提となるのは、常々、エネルギーに関連する業務に携わっている方々が「エネルギーの有効利用とは何か」ということについての基本事項を再確認のうえ、それを自家策中のものとし、また、東北地域の多くの人々がエネルギーに関心をもち、化石燃料の有限性および貴重さを認識し、「エネルギーの有効利用」に注目することだと思う。

本調査報告が、その一助となれば幸いである。』

2. 調査の概要

本調査では、「エネルギーの有効利用」について、

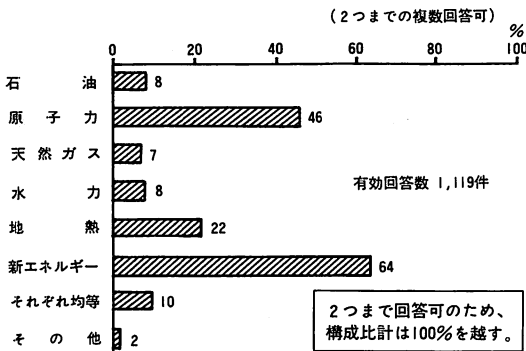


図-1 石油代替エネルギー開発の優先順位

次のように定義し、作業を進めた。

本調査で言う「エネルギーの有効利用」とは、環境との調和に配慮しつつエネルギーを使用することにより、産業、業務および輸送活動が円滑に行われ、生活の快適性（アメニティ）も向上し、人々の心が豊かになり、しあわせにつながるような利用のしかたをいう。

すなわち、利用するエネルギーが最大の仕事をなし得るような、しくみや方法を見出すことにより、エネルギー利用効果の割合を増やしたり、もともと、すてられていた未利用のエネルギーをエネルギー源として開発利用したり、また、それぞれのエネルギーの特徴、性質等を考え、その利用用途に最適なエネルギーを利用し、それ以外のエネルギー源では賅えない用途に活用したりする利用方法をいう。

調査名は、「東北地域エネルギー有効利用可能性調査」とし、最初に、工場やビル、事務所などのエネルギー多利用需要家と、大学や研究機関の学識経験者、地方公共団体等の常々エネルギーにかかわりあいの深い方々を主な対象として行ったアンケート調査をもとに、回答結果から諸事項を個別・具体的に整理・分析してエネルギーに係わる諸課題を抽出し、域内のエネルギーに関する客観的なデータとした。

さらに、このデータを基に、①エネルギー利用形態や使用エネルギー源に対応した適正かつ有効なエネルギー

表1 アンケート調査集計結果表

対象調査表	意識調査及び実態調査					意識調査			合計	
	1 指定工場(発電所のぞく)	2 発電所	3 指定工場以外(工場)	4 ビル、病院、学校、事務所	5 その他(浄水、終末処理場、ごみ処理場)	小計	6 自治体	7 学識者		小計
対象件数	181		1,084			1,265	412	85	497	1,762
対象件数	181		1,084			1,265	412	85	497	1,762
青森	17	1	27	39	12	96	54	10	64	160
岩手	10	0	32	31	9	82	44	6	50	132
宮城	26	3	64	78	21	192	49	22	71	263
秋田	17	1	33	36	10	97	52	9	61	158
山形	14	1	61	43	8	127	29	5	34	161
福島	50	2	98	48	41	209	64	1	65	274
小計	134	8	315	275	71	803	292	53	345	1,148
合計	142		661			803	292	53	345	1,148
回答率	78.5%		61.0%			63.5%	70.9%	62.4%	69.4%	65.2%

注) 指定工場とは、年間のエネルギー消費量が電力で1200万kWh以上、または、燃料等が原油換算で3000kl以上の事業所をいう。

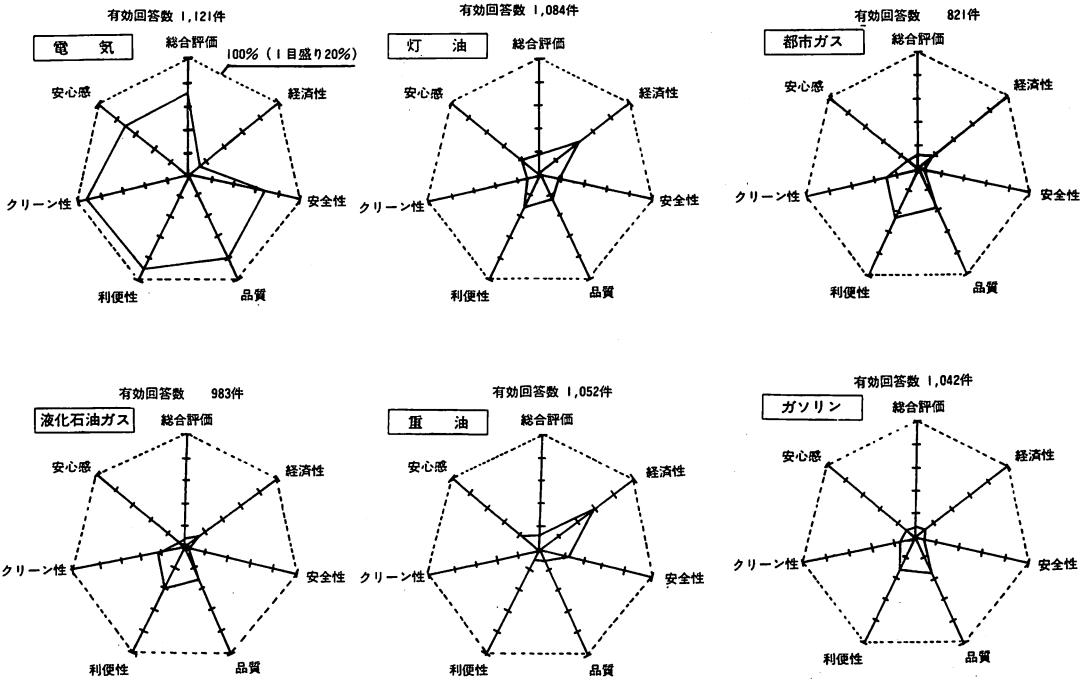


図-2 現状エネルギーの評価 (良・高の割合)

ギー利用の在り方, ②熱回収・蓄熱技術などのエネルギー関連技術の現状を踏まえたエネルギー有効利用方策, ③エネルギー有効利用事例, ④エネルギー有効利用のための諸制度……等についての調査・検討を行って問題点と課題を把握し, 域内におけるエネルギー有効利用を推進するための在り方とその方策等について取りまとめた。(調査期間 昭和六十一年十二月～昭和六十二年三月)。

アンケート調査集計結果を表1に示す。

3. エネルギーに関する意識調査結果

3.1 省エネルギーの推進, 石油代替エネルギー開発導入意識

省エネは、「積極的に推進すべきである。」という意見が93%を占めている。

石油代替エネルギーの開発は, 新エネルギーに期待している割合が圧倒的に多く, これに原子力, 地熱が続いている (図-1)。

3.2 現状エネルギーの評価

利用者側からみたエネルギーの使い勝手を, 電気, 都市ガス, 液化石油ガス (LPG), 灯油, ガソリン, 重油の各種エネルギー源について, ①経済性, ②安全性, ③品質, ④利便性, ⑤クリーン性, ⑥安心感, ⑦

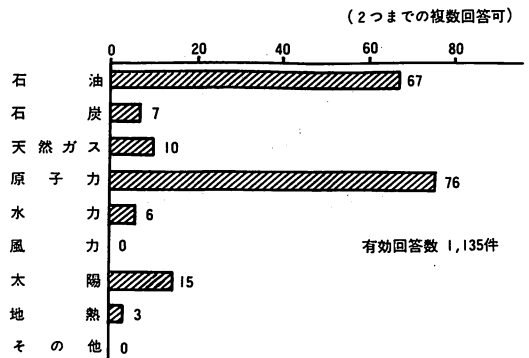


図-3 今後主流を占めるエネルギーは何か

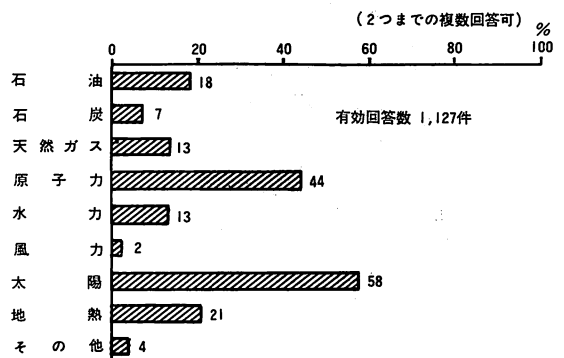


図-4 今後どのエネルギーが主流を占めたらよいか

総合評価の七項目について評価してもらった(図-2)。

3.3 我が国の今後のエネルギー動向

今後(昭和七十五年頃まで)主流を占めるエネルギーは、一位原子力、二位石油で、三位の太陽以下を大きく引離している(図-3)。

しかし、主流を占めて欲しいエネルギーは、太陽、原子力であるとする意見が多い(図-4)。

3.4 エネルギーに関する開発研究

新エネルギーの開発研究は、急ぐべきだという意見が87%で、その開発研究費は、「国が負担すべき」53%、「国と自治体共同で」22%となっており、「民間主体となって負担すべき」は4%と少ない。

4. エネルギー利用状況等調査結果

4.1 集計対象と有効回答数一覧

この調査は、多消費型企業(181件)と多利用需要家(1084件)を対象に行い、回答率は多消費型企業で約8割、多利用需要家で約6割となった。

4.2 エネルギー別の使用量と利用形態

調査回答事業所の、工業用原料と発電所燃料等を除いたエネルギー使用量は、熱量換算で 6.99×10^{13} キロ

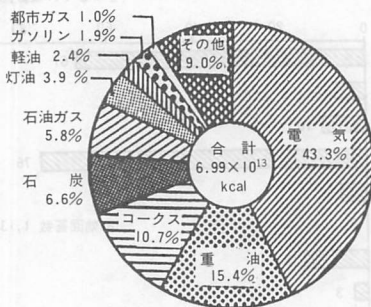


図-5 エネルギー源別の使用量

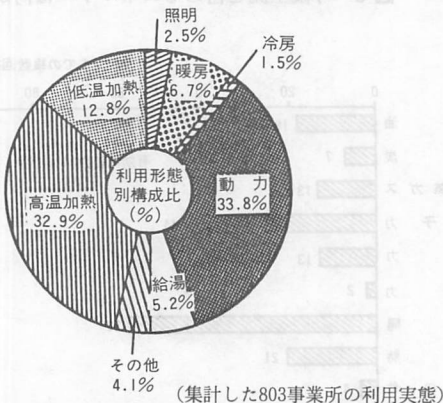


図-6 東北地域におけるエネルギーの利用用途

カロリー(重油換算706万キロリットル)であった(図-5)。

利用形態別にエネルギー源の構成比をみると、高温加熱、低温加熱、暖房などの「熱」の利用では、多種のエネルギー源が利用されているが、照明・動力・冷房・冷凍冷蔵では、電気が主として利用されている(図-6)。

4.3 主なエネルギー利用装置とその評価

主な装置の内訳は、ボイラ(802件)、加熱炉(114件)、冷凍機(80件)、電気炉(68件)、吸収冷温水機(53件)、ヒートポンプ(41件)等となっている。

各機器に対する意見をみると、ボイラでは「運転操作が容易」、「故障が少ない」等に満足しており、ヒートポンプ、冷凍機、吸収冷温水機については、「運転操作が容易」が満足で、「運転コストが高い」が不満点となっている。

4.4 各種エネルギー源に対する意見

重油・軽油は「価格は妥当」、不満点は、特に重油では「環境に影響あり」の回答が多い。

石油ガス、都市ガス等の気体燃料については、満足点として「クリーンなエネルギー」であるという意見が50%を占める半面、不満の点としては、「安全性に不安あり」の意見が多く、気体燃料の特徴となっている。

電気は、「クリーンなエネルギー」で「安全性・利便性に優れる」としており、不満点では「料金が高い」がほとんどを占めている。

4.5 将来の使用量計画

全般的にみると、電気や都市ガスなどのエネルギー需要は増大傾向にあることが予想される(図-7)。

4.6 排熱回収計画

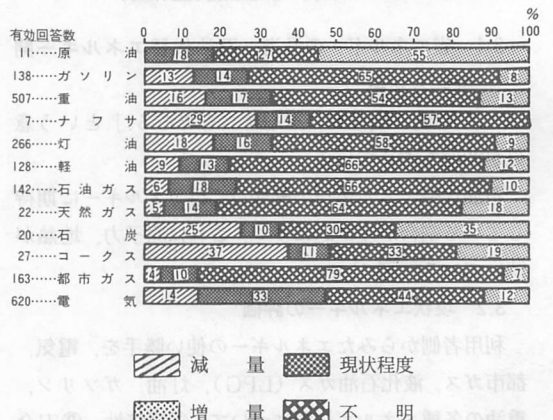


図-7 エネルギー使用量計画

表2 エネルギー有効利用のための重要点 左: 回答件数 右: 構成比 (%)

項目	学識者		エネルギー多消費工場		工場・ビル事務所等		自治体		計	
	〔記入者数〕		〔94名〕		〔325名〕		〔184名〕		〔651名〕	
合計	72	100	134	100	468	100	236	100	910	100
	(7.9)		(14.7)		(51.4)		(26.0)		(100)	
① 効率的なエネルギー利用を	25	34.7	52	38.8	166	35.5	64	27.1	307	33.7
② 研究開発の促進	22	30.6	26	19.4	104	22.2	52	22.0	204	22.4
③ エネルギーに関する意識高揚	15	20.8	22	16.4	97	20.7	61	25.8	195	21.4
④ 国の施策	4	5.6	20	14.9	44	9.4	25	10.6	93	10.2
⑤ 自然エネルギーを主とした石油代替エネルギー開発	6	8.3	9	6.7	37	7.9	33	14.0	85	9.3
⑥ 電力利用の効率化			2	1.5	5	1.1			7	0.8
⑦ 人材育成, 資金調達			3	2.2	3	0.6	1	0.4	7	0.8
⑧ その他					12	2.6			12	1.3

今後、工場の約4割と、ビル等の1割で「排熱回収計画がある」としており、その理由は「設備更新時期のため」、「回収装置関連技術が進歩したため」で、その方法としては「熱交換器の設置」が最も多く、「エネルギー利用システム全体の変更」、「ヒートポンプの設置」などが続いている。

4.7 エネルギー有効利用のための重要点

①「エネルギー有効利用を図る上で何が重要だと思いますか」の設問に対する意見内容を趣旨別に分類整理した結果は表2のとおり。

各意見の具体的な内容について、意見数の多い順に

あげると、次の通りとなり、意見を記述していただいた方々の総意が、そのまま、エネルギー有効利用を図るための方策となったといっても過言ではない。

- (1)省エネ機器の開発, (2)省エネ思想の普及徹底, (3)排熱の有効利用, (4)国内資源のエネルギーへの活用, (5)全体システムを考慮したエネルギー利用, (6)社会環境の整備・環境の利用, (7)エネルギー意識の向上, (8)総合効率の向上, (9)エネルギー使用システムの効率化, (10)将来の展望づくり, (11)石油代替エネルギーの開発, (12)安全性, (13)応用技術開発の促進, (14)国の積極的態度和および助成等, (15)安定化対策の推進, (16)クリーンエネ

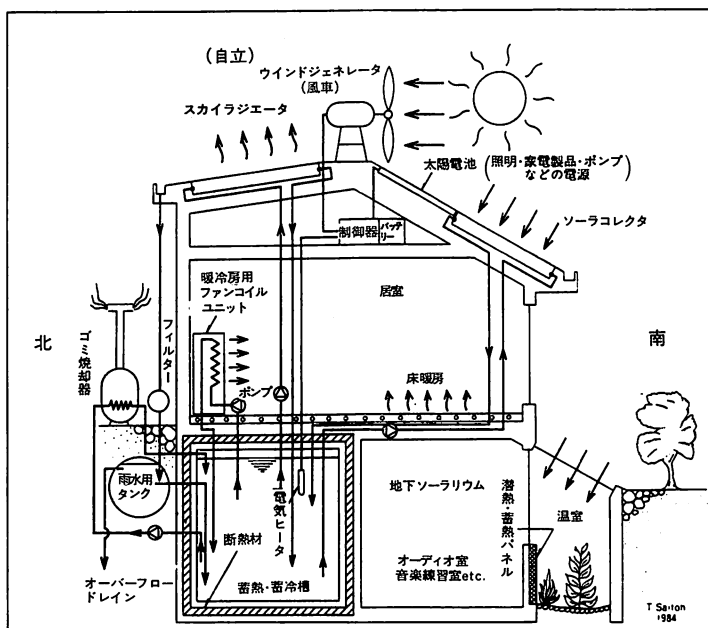


図-8 自然エネルギー・オートナマス・ハウス (東北大学)

ルギーの開発、(17)人材育成

5. エネルギー有効利用事例

仙庄館（宮城県鳴子町）の冷暖房、厨房、給湯、浴室、屋根・駐車場の融雪に、温泉を有効利用している事例など8例をあげている。

6. エネルギー関連の技術開発動向

6.1 太陽熱・太陽光利用（図-8）

太陽熱の集熱器一枚（面積約1.9㎡）あたりの年間集熱量は、仙台で約八十万キロカロリー（灯油換算で約四千二百円程度）で、償却年数は17.5年となる。また、太陽熱利用の冷暖房・給湯システムコストも全般的に高く、一層のコストダウンが要求される。

太陽光利用の電池には数種類あるが、理論効率はヒ素ガリウムでも23%ほどであり良くなく、温度が上昇すると効率が下がるという特性がある。

6.2 以下に、地熱利用、産業用高温高効率ヒートポンプ、ヒートパイプ、コジェネレーションシステム、高効率熱機関、風力発電、波力発電、燃料電池、熱貯蔵、水素エネルギー利用と貯蔵、電力貯蔵、雪などの冷熱利用に関する技術開発動向を掲げているが割愛する。

7. エネルギーの有効利用を図るために

理想のエネルギー利用、エネルギー利用機器の効率向上、環境と国策の両面からみたエネルギー利用等、様々な視点からエネルギーの有効利用を図るための方策を探ってきたが、大切な点（ポイント）をまとめると、まず、①域内の人々をはじめ、国民各層のエネルギーに関する意識の向上である。

次に、それぞれのエネルギーの特質を考え、それぞれの利用用途に最適なエネルギーを選別のうえ利用し、それ以外のエネルギー源では賅えない用途に利用するなど、いわゆる、②エネルギーおよびエネルギー源のノブルユース化である。

また、二次エネルギーを生み出す過程で発生する不要な熱を、逆に利用したコジェネやヒートポンプの発

想で、個々の機器のほか補機類に至るまでのシステム全体の総合効率を高めるため、蓄熱技術や電力貯蔵技術等多様な技術の集約を図り、③エネルギー利用機器の効率向上に努めることである。これは、エネルギー負荷の平準化とエネルギーロスの縮減にもつながる。

④これらに関する基礎研究や応用技術開発の促進について、学究側の立場や民間側の立場を相互に理解し合い、協力しながら推進することも大切である。

一方、⑤無効エネルギーの度合（エントロピー）が小さくなるエネルギーの使い方に配慮（エネルギーの段階的利用や自然エネルギーの活用）すれば、エネルギー使用に伴う諸問題（環境への影響等）の防止にも役立つこととなる。

住宅環境も整備され、「充足のために」が変化して「アメニティのため」にエネルギーを巧みに利用（有効利用）し、豊かな自然との調和を図って、一人一人が文化水準の高い生活をおくれる地域社会を構築したいものである。

8. あとがき

古くて新しい中東和平問題やイラン・イラク戦争等、紛争の絶えない中東に、エネルギーを依存し続ける我が国は、「エネルギーの有効利用」について、もっと真摯に考える必要がある。

一方、エネルギー消費密度の高い我が国では、熱汚染、CO₂濃度、酸性雨等の環境問題が、エネルギーとの関わりで、21世紀の社会問題となるだろう。

「エネルギーを有効利用」すると、派生的結果として、この環境問題も解決されることを、石油危機時に肌身で感じたエネルギーの需給構造の脆弱さと共に、忘れたくない。

Vows made in storm are forgotten in calms.

“嵐の日に、なされた誓いは、凪の日には、忘れられる。”

おわりに、本稿を取纏めるに際し、ご助力を賜りました仙台通産局エネルギー対策課畑中康治課長に謝意を表する。