

Nico システムの開発と導入事例の紹介

Development of “Nico System” and introduction of the application construction of the system

浅野 隆*	東海林 巖**
Takashi Asano	Iwao Shoji
小林 敬司*	林 卓児**
Keiji Kobayashi	Takuji Hayashi

要 約

地球温暖化に関する問題に対して、我が国においても国が中心となって、あらゆる防止策を打ち出している。そのような背景の下、当社においても、2008年度から省エネルギー及びCO₂排出量の削減に向けた取組みを進めている。その中で、温浴・水泳施設の省エネルギー対策の検討を機に、「Nico システム 2」と称する熱源の有効利用に係るシステムを開発した。本稿では、「Nico システム 2」を採用した施工案件において、データ収集及び検証の結果から、省エネルギー及びCO₂排出量の削減を実現することができた事例を紹介する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. Nico システム
- § 3. 検証方法
- § 4. 検証結果
- § 5. 考察
- § 6. まとめ

§ 1. はじめに

全世界において深刻化している地球温暖化への対応策として、2005年京都議定書が発行され、2008年から本格的な省エネルギー対策やCO₂排出量の削減策等、国家的な取組がはじまった。同2008年に、我が国では省エネルギー法が改正され、指定対象として事業者単位でのエネルギー管理が義務付けされた。さらに2010年4月の改正においては、指定対象が事業者単位ではなく、企業単位に変更された。これに伴い、コンビニエンスストアなどのフランチャイズチェーンへの企業にもエネルギー管理が義務付けされるようになった。今後、我が国において、省エネルギーやCO₂排出量等についての対策が多方面で推進されると考えられる。

そのような背景の下、当社においても、2008年度から省エネルギー及びCO₂排出量の削減に向けた取組みを

進めている。その中で、温浴・水泳施設の省エネルギー対策の検討を機に、今回報告する熱源の有効利用を図ることができる「Nico システム 2」と称する建築設備機器のエネルギー消費効率を向上するシステムを開発した。

本稿では、「Nico システム 2」を採用した施工案件において、データ収集及び検証の結果から、省エネルギー及びCO₂排出量の削減を実現することができた事例を紹介する。

§ 2. Nico システム

2-1 Nico システムの概要

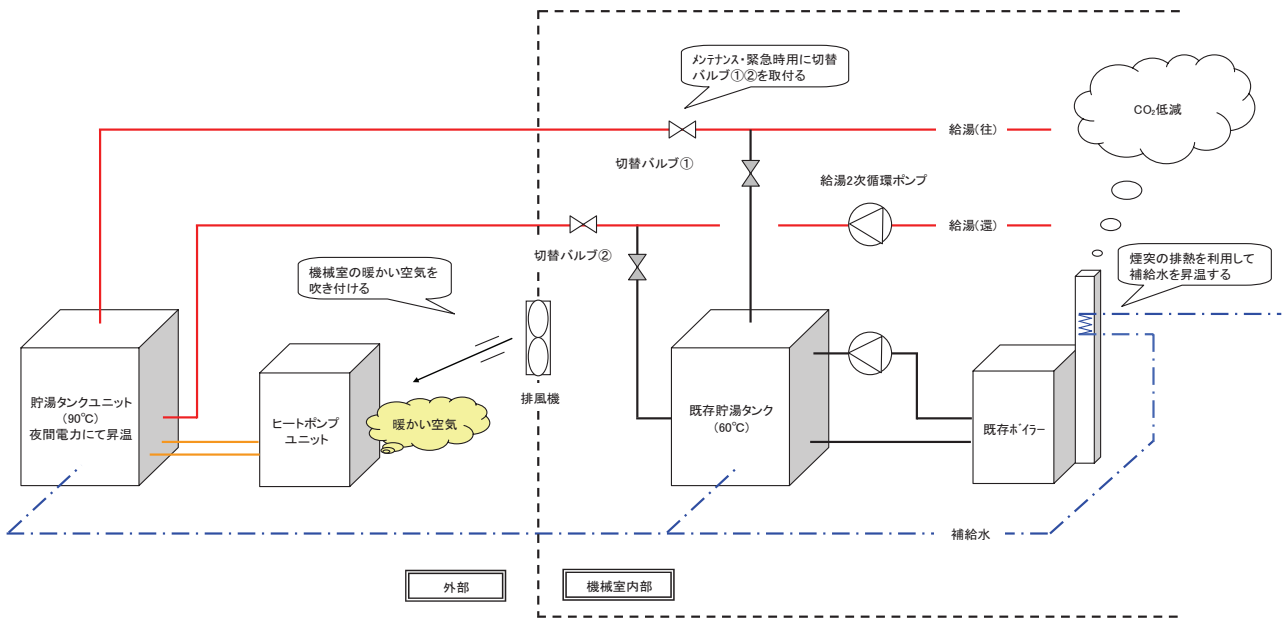
「Nico システム」とは、建築設備機器のエネルギー消費効率の向上を目的としたシステムで、現時点では「Nico システム 1」から「Nico システム 11」まで11種類のシステムを開発している。

具体的には、建築設備機器への入力エネルギーが、どれだけの出力エネルギーになるかを数値で示す成績係数のCOP (Coefficient Of Performance) を向上させ、使用エネルギーの高効率化を図るものである。

例えば、空調機の場合、1kWの電力消費で1kWの冷房能力を発揮すると仮定すると、「冷房能力÷消費電力」から、冷房COPは1となる。COP6であれば、1kWhの電力量で6kWhの熱量を産み出すことができることになる。省電力(省エネルギー)は、CO₂排出量の削減にも役立ち、かつコスト削減にもなる。このことから、コスト(Cost)とCO₂の2つの“コ(CO)”に係るシステ

* 東北(支)建築部設備課

**東北(支)米軍三沢(出)



図一 Nico システム 2 の概念図

ムで、このシステムを採用することによって、“ニコッ (Nico)” となっていたきたい願いを込め、「Nico システム」とネーミングした。

2-2 Nico システム 2 の開発経緯

1992 年に引渡した宮城県白石市にある温浴・水泳レジャー施設から、施設の省エネルギー対策に関する検討依頼があった。検討依頼時、原油価格急騰によって、施設の管理運営費が赤字となり、そのままでは運営困難となるのが明らかで、施設のランニングコスト削減や省エネルギー対策が急務となっていた。

現地調査等の結果、本施設の運営に必要な給湯や温泉、温水プールの給湯は油焚きボイラーによる供給であった。また、それらの既存熱源機器はすでに 15 年以上経過しており、熱交換効率も竣工当時と比べ低下していることが分かった。そこで、施設利用者数や過去の燃料費・電気料・水道料等のデータ分析から、機器を自然冷媒ヒートポンプ給湯器 (エコキュート) と定め、容量を設定した。併せて、冬の熱交換効率を上昇させるための配置計画を行う必要があると判断され、関係者と協議検討を進め、Nico システム 2 の開発に至った。

ここで、エコキュート (EcoCute) とは、ヒートポンプ技術を利用し空気の熱で湯を沸かすことができる電気給湯機のうち、冷媒として、フロンではなく二酸化炭素を使用している機種の総称である。また、エコキュートの名称は、日本の電力会社・給湯機メーカーが使用している愛称で、関西電力株式会社の登録商標である。

2-3 Nico システム 2 の概要

「Nico システム 2」の概念図を図一に示す。また、宮城県白石市にある温浴・水泳レジャー施設でのヒートポンプユニット及び貯湯タンクユニットの設置状況を、そ



写真一 ヒートポンプユニットの設置状況



写真二 貯湯タンクユニットの設置状況

れぞれ写真一、写真二に示す。

既存建物に設置されている給湯用熱源機器を油焚きボイラーからエコキュートに切替える。このままではメー

カーの機器を設置するだけでシステムとして機能しない。「Nico システム 2」は、使用エネルギーの高効率化のため、以下に示すの 2 点を付加、システム化することによって COP を向上させ、熱源の有効利用を図るシステムである。

- ① 既存機械室内にあるボイラー等の排気熱をヒートポンプユニットの熱交換部分に直接吹き付けることによってエコキュートの COP を向上させた。特に冬期は、エコキュートの沸き上げ時間が短縮され、省エネルギー及び CO₂ 排出量の削減を図ることができる。
- ② 煙突の排熱を利用し、補給水を昇温させ、COP を向上させた。

今回、宮城県白石市にある温浴・水泳レジャー施設では、Nico システム 2 を付加、システム化したエコキュート設備（以下、「エコキュート+Nico システム 2」という）を 1 セット、エコキュートのみの設備を 1 セットの計 2 セットの設備を新設した。

各設備を新設後、各設備が消費する電力量や外気温、機械室からの排気温度等を測定し、Nico システム 2 の導入による省エネルギー及び CO₂ 排出量の削減効果を確認した。

§3. 検証方法

3-1 実測値による計算上の検証

実測値として、外気温度、機械室から排気される排気温度及び排気風量を測定する。

それらの測定値に用いて、冬期における通常運転によるエコキュートが機械室から排出される熱によって、どの程度 COP が向上するかを計算する。これがエコキュートの通常運転に対する「エコキュート+Nico システム 2」による COP 向上率の計算上の目安となる。

3-2 実測値による検証

- (1) エコキュートの COP 向上及び消費電力低減検証

エコキュートを通常運転した時の沸き上がり時間と、「エコキュート+Nico システム 2」での沸き上がり時間を計測し、比較する。その結果、「エコキュート+Nico システム 2」がエコキュート通常運転時と比べ、どの程度 COP を向上させ、消費電力量を低減したのかを検証する。

また、「3-1 実測値による計算上の検証」で確認した COP 向上率の計算結果と比較し、実測値での通常運転によるエコキュートと「エコキュート+Nico システム 2」との COP 向上率の相違が無いかを検証する。

- (2) 年間を通じた電力量削減率の検証

年間を通して、エコキュートの消費電力量及び「エコキュート+Nico システム 2」の消費電力量を計測する。

表-1 機械室排気熱量計算に使用した実測値

測定項目	実測値
外気温度	0℃
排熱温度	20℃
排気風量	10,000m ³ /h

表-2 エコキュートの仕様および排気風量等の実測値

項目	仕様および実測値(m ³ /h)
エコキュートの風量	14,400
排気風量(20℃)	10,000
外気量(0℃)	4,400

その計測結果から、月毎の消費電力の削減量と削減率を算出する。また、通年で消費電力量の削減率を比較し、全体としてどの程度削減されたかを検証する。さらに、季節において、どの季節の消費電力量が大きく削減されているのかを検証する。

- (3) 年間を通じた CO₂ 排出量削減率の検証

電力量削減率の検証と同様に、CO₂ 排出量の削減量及び削減率においても、年間を通してエコキュートと「エコキュート+Nico システム 2」の CO₂ 排出量の削減量を計測し、月毎の CO₂ 排出量の削減量と削減率を算出した。また、通年で CO₂ 排出量の削減率を比較し、どれだけ削減されているかを検証する。さらに、季節において、どの季節の CO₂ 排出量が大きく削減されているのかを検証する。

§4. 検証結果

4-1 実測値による計算上の検証結果

- (1) 機器の仕様確認

今回、設置した業務用エコキュートユニットの仕様は、以下のとおりである。

- ・加熱能力： 40.0 kW
- ・貯湯量： 6.0 t
- ・圧縮機出力： 9.4 KW
- ・標準風量： 240.0m³/min (14,400m³/h)
- ・設置台数： 2 台

- ① 排熱吹付けタイプ： 1 台

- ② 外気のみタイプ： 1 台

- (2) 実測値からの機械室排気熱量計算

表-1 に示す実測値から、以下の式に基づき、機械室の排気熱量を計算した。その結果、機械室からの排気熱量は、67 kW/h となった。

$$\text{排気熱量} = 0.29 \times (20 - 0) \times 10,000 = 58,000 \text{ kcal/h} \\ \approx 67 \text{ kW/h}$$

- (3) エコキュートの吸込み温度計算

表-2 に示すエコキュートの仕様および排気風量等の実測値から、以下の式に基づき、エコキュートの吹込み

表一3 各温度での COP

外気温度(°C)	COP
0	1.83
13.8	2.65

出所:エコキュートの製造メーカーの性能表

表一4 消費電力量と電力量削減率

月	エコキュート		エコキュート+Nicoシステム2		電力量削減量 (kWh)	電力量削減率 (%)
	電力量 (kWh)	吸込温度 (°C)	電力量 (kWh)	吸込温度 (°C)		
1月	14,830	1	11,261	7.9	-3,569	24
2月	13,927	-1.2	11,012	5.8	-2,915	21
3月	14,196	2.6	11,047	9.3	-3,149	22
4月	11,256	7.8	10,582	13	-674	6
5月	10,577	12.6	9,947	16.9	-630	6
6月	10,047	16.1	9,491	19.5	-556	6
7月	9,204	21.1	8,809	23.3	-395	4
8月	9,204	21	8,799	23.2	-405	4
9月	9,772	17.7	9,327	20.6	-445	5
10月	10,577	12.6	9,929	16.9	-648	6
11月	11,999	5.6	10,818	11.3	-1,181	10
12月	14,715	1.9	11,213	8.8	-3,502	24
1年間合計	140,304		122,235		-18,069	13

表一5 CO2 排出量と CO2 排出量削減率

月	エコキュート		エコキュート+Nicoシステム2		CO ₂ 削減量 (kg)	CO ₂ 削減率 (%)
	CO ₂ 排出量 (kg)	吸込温度 (°C)	CO ₂ 排出量 (kg)	吸込温度 (°C)		
1月	6,540	1	4,966	7.9	-1,574	24
2月	6,142	-1.2	4,856	5.8	-1,286	21
3月	6,260	2.6	4,872	9.3	-1,389	22
4月	4,964	7.8	4,667	13	-297	6
5月	4,664	12.6	4,387	16.9	-278	6
6月	4,431	16.1	4,186	19.5	-245	6
7月	4,059	21.1	3,885	23.3	-174	4
8月	4,059	21	3,880	23.2	-179	4
9月	4,309	17.7	4,113	20.6	-196	5
10月	4,664	12.6	4,379	16.9	-286	6
11月	5,292	5.6	4,771	11.3	-521	10
12月	6,489	1.9	4,945	8.8	-1,544	24
1年間合計	61,874		53,906		-7,968	13

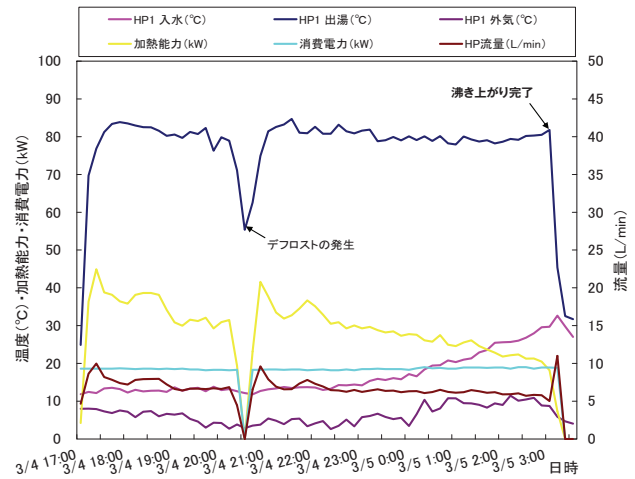
温度を計算した。その結果、エコキュートの吹込み温度は、13.8°Cとなった。

$$\text{エコキュートの吹込み温度} = (10,000 \times 20 + 4,400 \times 0) \div 14,400 = 13.8^\circ\text{C}$$

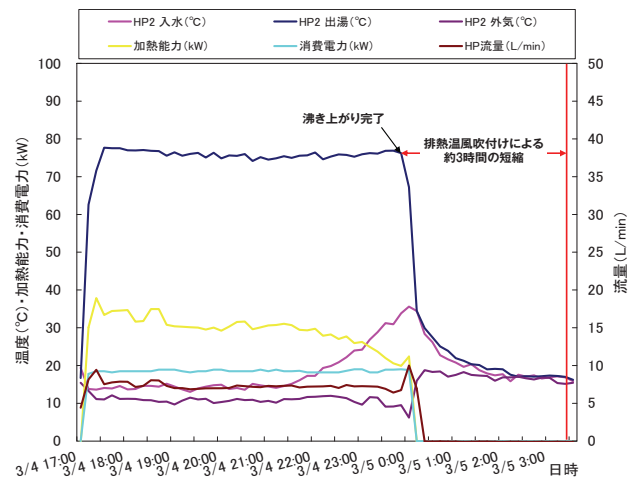
(4) COP の比較

エコキュートの製造メーカーの性能表に示されている各温度での COP を表一3 に示す。

それらの COP から判断される能力向上は、1.45 倍 (= 2.65 ÷ 1.83) であった。よって、以上の計算上では、機械室の排気をエコキュートへ吹き掛けることで、COP を大きく向上できることが検証された。



図一2 エコキュート通常運転時の沸き上がり時間



図一3 「エコキュート+Nico システム 2」 運転時の沸き上がり時間

4-2 実測値による検証結果

(1) エコキュートの COP 向上及び消費電力量の低減
エコキュートを通常運転した時の沸き上がり時間を図一2 に示す。また、「エコキュート+Nico システム 2」で運転した時の沸き上がり時間を図一3 に示す。

図一2 及び図一3 に示す通り、エコキュートを通常運転した時と「エコキュート+Nico システム 2」で運転した時の沸き上がり時間は、それぞれ 10 時間、7 時間となった。その実測値に基づく比較の結果、「エコキュート+Nico システム 2」で運転した時の方が、エコキュートを通常運転した時よりも 3 時間早い沸き上がりとなるのがわかった。よって、その沸き上がり時間から、沸き上がりに消費する電力量は、「エコキュート+Nico システム 2」を採用することで、約 30%削減できることになる。また、COP 換算では、約 1.43 倍 (≒ 10 時間 ÷ 7 時間) となる。

ここで、「4-1 の実測値による計算上の検証」において検証した結果と比較してみると、計算上の COP 向上率 1.45 倍に対して、実測値による COP 向上率が 1.43 倍となり、同等の検証結果となった。

(2) 年間を通した電力量削減率の検証結果

エコキュート通常運転時及び「エコキュート+Nico システム 2」運転時の消費電力量とその消費電力量から算出した電力量削減率を表一4 に示す。

「エコキュート+Nico システム 2」の特徴である排熱を利用することによって、冬期では最大 24%の電力量を削減し、年間累積電力量では 13%の削減となった。

(3) 年間を通した CO₂ 排出量削減率の検証結果

エコキュート通常運転時及び「エコキュート+Nico システム 2」運転時の CO₂ 排出量とその CO₂ 排出量から算出した CO₂ 排出量削減率を表一5 に示す。

電力量と同様に、「エコキュート+Nico システム 2」を採用することで、冬期では最大 1,574 kg/月の CO₂ 排出量が削減でき、削減率としては 24%となった。また、年間累積 CO₂ 排出量では 7,968 kg の削減効果があった。年間累積 CO₂ 排出量の削減率は、13%である。

§5. 考察

5-1 外気温と消費電力量の削減率

今回の対象地となった東北地方のように、冬期の外気温が低い場所では、エコキュートの屋外機機能を達成するための COP を確保することが困難である。それだけではなく、熱交換率が減少して、デフロスト（霜取り）を発生させ、エコキュートに負担を課しているのが通常である。

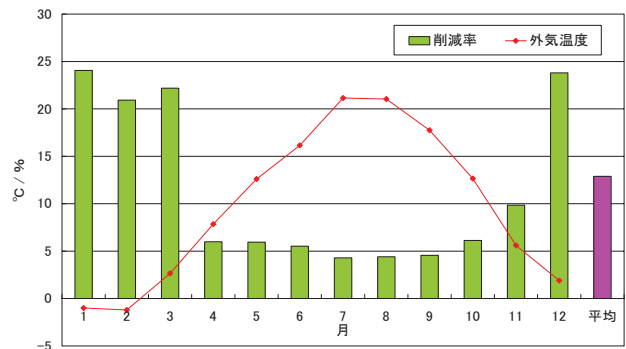
上記の検証結果に示したとおり、エコキュート通常運転に対して、「エコキュート+Nico システム 2」運転は、消費電力量の削減できることが分かった。それらの結果に基づいた月毎の消費電力量の削減率と外気温の関係を図一4 に示す。

図一4 に示すとおり、消費電力量の削減率が高いということは、COP が向上したことによって、消費電力量が削減された証拠となる。特に、4月から11月の消費電力量の削減率に比べ、12月から3月における外気温が5℃以下になった月の消費電力量の削減率が20%以上と飛躍的に向上している。COPの向上率も同様に20%以上と飛躍的に向上していることが分かる。

これまで、一般的に冬期の外気温が低い地域に、エコキュートを設置することは、暖かい地域と比べ、設置効果に対して大きな懸念を抱くことが常であった。今回、「エコキュート+Nico システム 2」のように総合的な設置計画を行ったことによって、エコキュート屋外機機能への負担を無くすばかりか COP を上げ、より機能を向上させることができた。

5-2 給湯システム毎の CO₂ 排出量とその削減率

給湯システム毎の年間 CO₂ 排出量と給湯ボイラ使用時の年間 CO₂ 排出量を 100%とした場合のエコキュート及び「エコキュート+Nico システム 2」での CO₂ 排出量



図一4 月毎の消費電力量の削減率と外気温の関係

表一6 給湯システム毎の CO₂ 排出量とその削減率

項目	給湯システム		
	油焚き給湯ボイラ	エコキュート	エコキュート+Nicoシステム2
CO ₂ 排出量 (t/年)	108.6	61.9	53.9
CO ₂ 削減量 (t/年)	①	46.7	54.7
	②	---	8.0
CO ₂ 削減率 (%)	③	43	50
	④	100	13

- ① 油焚き給湯ボイラのCO₂排出量に対するCO₂削減量
- ② エコキュートのCO₂排出量に対するCO₂削減量
- ③ 油焚き給湯ボイラのCO₂排出量に対するCO₂削減率
- ④ エコキュートのCO₂排出量に対するCO₂削減率

の削減率を表一6 に示す。

エコキュート等のヒートポンプ式給湯システムは、油焚き給湯ボイラと比較すると、CO₂ 排出量の年間削減率が40%以上も大幅に削減された。エコキュート単独の採用によっても、CO₂ 排出量の削減に寄与できることが分かった。

「エコキュート+Nico システム 2」を採用した場合、エコキュート単独と比べ、さらに削減率として13%のCO₂ 排出量の削減を可能とした。油焚き給湯ボイラと比較すれば、CO₂ 排出量の年間削減率が50%も削減された。

§6. まとめ

今回の検証結果、外気温が5℃以下となる地域において、「エコキュート+Nico システム 2」は、非常に有効なシステムであることが分かった。また、外気温が6℃以上の地域において、「エコキュート+Nico システム 2」の有効性が小さいと感じられるが、特別なシステムを組むのではなく、設置位置を工夫をすることによって、消費電力量及び COP が5%前後も向上することを考慮すると、有効性はあると判断できる。

日本全国の冬期（2月）の平均気温を図一5 に示す。

図一5 に示すとおり、日本全国のほとんどの地域が、2

月には6℃以下になっていることが分かる。地域性はあると考えられるが、今回の検証結果に基づけば、日本全国において、特に冬期は「エコキュート+Nico システム2」を採用する有効性があると判断される。

今後、エコキュート等の製造メーカーは、CO₂ 排出量の削減に有効な燃料を利用し、より効率の良い製品を開発していくと思われる。そのような新製品と組み合わせる今回の「Nico システム2」のようなシステムを考案し、さらにCOPの向上や熱源の有効活用を図ることが可能になる。その実現には、市販の設備機器を採用するのみならず、一歩踏み込んだ視点を持つことが大切である。その視点から、メーカー単独では具現化出来ない、総合的な計画を生み出し、さらなる省エネルギー化を図るとともに、低炭素社会の実現に貢献し得るCO₂ 排出量の削減に努めたいと考える。

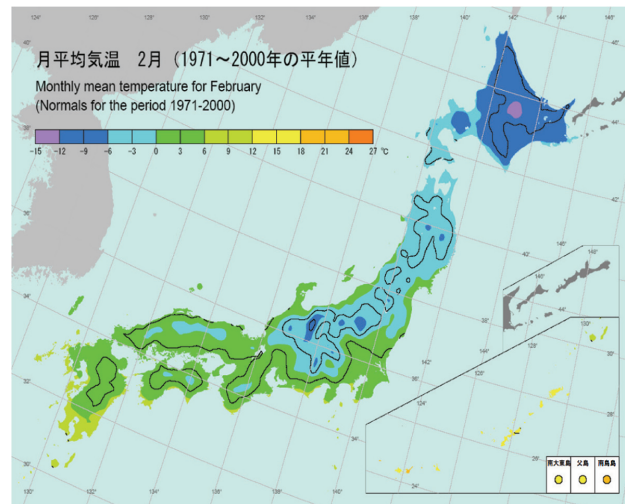


図-5 日本全国の冬期(2月)の平均気温
(出所：気象庁ホームページ)