

— 2. 平成 22 年度第 2 回支部研究発表会要旨 —

日 時：平成 22 年 12 月 15 日（水）13 時 00 分～  
16 日（木）11 時 30 分  
場 所：札幌管区气象台 大会議室

1 2010 年 1 月 17 日に発生した札幌圏北東部の大雪・・・・・・・・・・・・・・ 3

札幌総合情報センター(株)	若原	勝二
	澤田	敏隆
	渡邊	祥史

2 中緯度と極域での観測に基づく新しい雪結晶分類の提案・・・・・・・・・・・・・・ 5

雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー		
北海道大学名誉教授	菊地	勝弘
大阪教育大学名誉教授	山下	晃
北見工業大学社会環境	亀田	貴雄
名古屋大学名誉教授	樋口	敬二
元愛知学院大学	権田	武彦
(株)興和	藤野	丈志

3 鉛直気温分布の精密ゾンデ観測

～温度基準ゾンデの開発と試験観測データの解析～・・・・・・・・・・・・・・ 7

北海道大学大学院環境科学院/明星電気株式会社	清水	健作
北海道大学地球環境科学研究所	長谷部	文雄

## 2010年1月17日に発生した札幌圏北東部の大雪

○若原勝二・澤田敏隆・渡邊祥史（札幌総合情報センター（株））

### 1、はじめに

2010年1月17日未明から朝にかけて、札幌圏北東部に局地的な大雪が発生した。降雪量は石狩市・当別町から札幌市北区・厚別区、江別市西部にかけて60cm前後に達した（図1）。

降雪のピークは17日2時から6時頃で、この期間、厚別区土木センターでは1時間10cm以上の強い雪が3時間継続していた（図3）。

降雪は南北帯状雲によってもたらされ、局地天気図では内陸のメソ高気圧から吹き出す東風と北西の季節風による収束線上に南北帯状雲が形成されていた（図2）。

札幌の大雪のタイプは袋状低圧部の時の南北帯状雲型と循環の強い渦状雲型（小低気圧）に大別され、今回は前者に相当する。

今回の帯状雲は西海上で発生し、発達したのではなく、サハリン方面から南下してきて、石狩湾で停滞して大雪となったのである。

この事例については、雪氷学会の豪雪チーム（文献）が詳細な解析をされている。

今回は南北帯状雲の発生場の特徴と帯状雲の動向とともに北海道上空の気圧場とアメダス・マルチセンサーによる風の間（席上説明）の解析をしたので報告する。

### 2、解析結果

#### 1) 南北帯状雲の発生場

1月16日から17日にかけて、500hPaでは-40度以下の寒気を伴うローがオホーツク海南部を東南東進し、ローの中心から西に伸びるシアーズゾーンが北海道を通過する過程で帯状雲が発生した。850hPa面ではサハリンの東側には東から暖気が入り、西側には大陸から寒気が入る形となり、サハリンから北海道北部はフロントジェネシスゾーンとなっていた（図4）。コールドローに伴う雲組織は東からの湿りに対応する東西の雲域とサハリン付近を覆う南北の雲域が一体となって南下していた。16日17時、南北の雲域がやや明瞭となり、18時には宗谷の西に雲バンドの先端が現れ、その一部がレーダーで観測された（席上説明）。

### 2) レーダー、雲画像、局地天気図によるメソ的特徴（図省略）

次に3時間毎の局地的特徴を記述する。  
16日15時：北海道はサハリン付近の東西のシアアの南側に位置し、西北西走向の冬型となっていて等圧線の間隔が狭く、西海上から筋状雲伴うエコーが日本海側に進入していた。

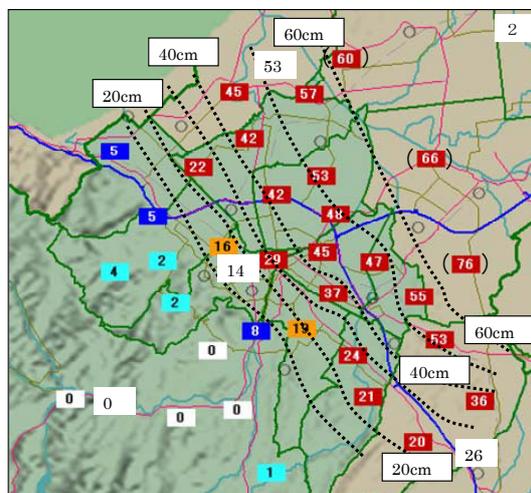


図1 12時間降雪量 2010年1月17日1時～12時 札幌市マルチセンサーとアメダス（枠なしポイント）の降雪量

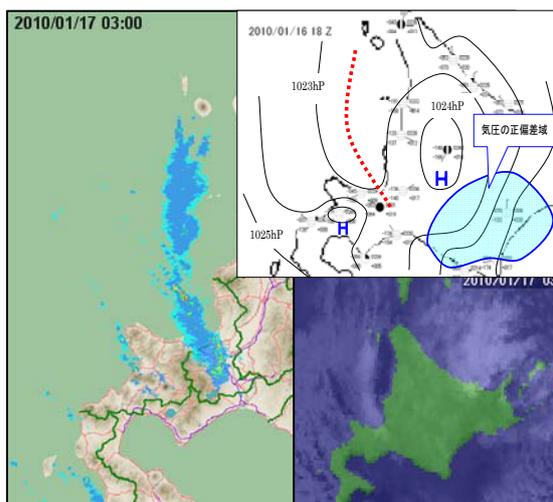


図2 降雪のピーク時のレーダーエコー・雲画像（右下）と局地天気図（右上）  
2010年1月17日3時

16日18時：南下中のシアーズーンに伴う南北の雲組織から帯状雲が分離して宗谷の西海上に現れレーダーにも帯状エコーとして探知された。この帯状雲の東側には局地天気図では正の気圧偏差域 (+2hPa/3h) が解析された。

16日21時：帯状雲は順調に南下し、その先端は留萌南部から中空知に進入していた。この帯状雲の北東側の正偏差域も南下し、地上気圧場の傾度が緩んで、内陸に高压部、西海上に低压部が形成されつつあった。

16日24時：帯状雲は石狩湾に達し、その先端は石狩市から南空知に流入していた。旭川市付近と倶知安町付近にメソ高気圧が解析され、西海上には東風と北西季節風による収束線が形成されていた。南下中の正偏差域が内陸中央部にかかって、内陸のクリア域が明瞭となり、放射が効いて内陸は-20度以下になっていた。

17日3時：旭川と倶知安付近のメソ高気圧は発達し、西海上の気圧の谷がやや深まって、エコーは見かけ上停滞し、札幌圏の降雪のピークとなった。気圧の正偏差域は南下し、日高から十勝付近にかかっていた (図2)。

3) 北海道地衡風と降雪時間

降雪は下層の風が大きく影響することから、本道上の地衡風を求めて降雪量と対応させてみた (図5)。地衡風は稚内と浦河 (u成分)、寿都和根室 (v成分) の気圧差から求め、これを北海道地衡風と呼んでいる。降雪量は地衡風向が360度より西成分のときは観測されず、360度から東成分の時間帯の地衡風速が弱まる過程で観測された。

4) 気圧差 (寿都—札幌、旭川—留萌) と降雪時間

内陸からの東風の指標として、旭川—留萌の気圧差、季節風の指標として寿都—札幌の気圧差を求め、この二つの気圧差が等しくなる頃から降雪が始まり、再度気圧差が等しくなってから降雪が終了していた (図省略)。これは内陸の高気圧の発達により東風が強まり、季節風の衰弱と共に北西の風が弱まって、双方の風のバランスがとれて収束が強まったことを示している。

3. おわりに

サハリン付近のフロントジェネシス場で発生した南北帯状雲が南下中にその構造を変えて、下層では内陸高気圧から吹き出す冷たい東風と

日本海上で気団変質により温められた北西の季節風との収束により維持され石狩湾で見かけ上停滞した。この停滞に後志内陸のメソ高気圧が関連している可能性もある。

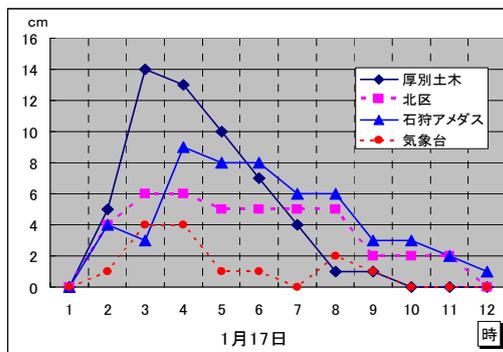


図3 2010年1月17日1~12時の主な地点の毎時降雪量の時系列

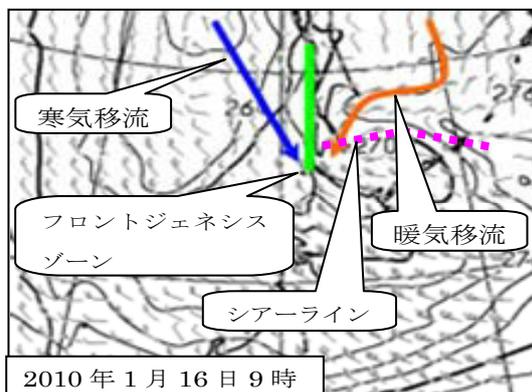


図4 850hPa 相当温位と風 (GSM12 時間予想図) 2010年1月16日9時

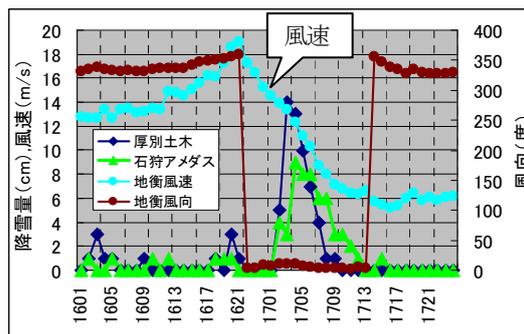


図5 北海道地衡風 (右軸は風向 黒色 左軸が風速 灰色) と主な地点の降雪量時系列

4. 参考文献

1. 17 石狩地方局地豪雪調査チーム雪氷学会 2010年9月 2010年1月17日北海道石狩地方の局地的大雪に関する調査報告書

## 中緯度と極域での観測に基づく新しい雪結晶分類の提案

○ 菊地勝弘（北大名誉教授），山下 晃（大阪教育大名誉教授），亀田貴雄（北見工大社会環境），樋口敬二（名大名誉教授），権田武彦（元愛知学院大），藤野丈志（（株）興和），雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー\*

### 1. はじめに

雪結晶の分類は，中谷による分類（Nakaya and Sekido, 1936; Nakaya, 1954），1949年国際雪氷委員会が制定した実用分類（例えば，Mason, 1971），孫野による分類（Magono and Lee, 1966）などがこれまで提案されてきた。この中で孫野による分類は最も新しく，現在でも雪結晶の名称を記載する際には参照される事が多いが，この分類表でさえ出版からすでに44年が経過しており，その後の極域での多くの観測や人工雪生成実験の成果などを取り入れた新しい雪結晶分類表の作成が待たれていた。

このような状況に対応するため，2009年10月の雪氷学会全国大会時に「雪結晶の新しい分類表を作る」企画セッションを開催し，それ以降この企画セッションに参加した方々を中心として，雪結晶の新しい分類表についての意見交換を350通を超えるメールおよび検討会にて進めてきた。今回はここでの議論の結果，新たに作成した雪結晶分類を紹介する。

### 2. 新しい雪結晶分類の特徴

新しい雪結晶分類は，Magono and Lee (1966) を出発点として，その後の南極やアラスカ，北極圏カナダ，北欧，グリーンランドなどの極域での観測成果や人工雪生成実験の知見を考慮して作成した。これを表1に示す。7種の大分類，36種の中分類，92種の小分類となった。これはMagono and Lee (1966) と比べると，大分類で-1種，中分類で+5種，小分類で+25種の増減に相当する。図1に大分類の変更を示す。

以下の1) から6) に新しい雪結晶分類の特徴となる大分類および中分類でのMagono and Lee (1966) からの主要な変更点をまとめる。なお，小分類での雪結晶名については，表1を参考のこと。

Magono and Lee (1966) からの主要な変更点：

- 1) 大分類C（柱状結晶）およびA（付着・併合結晶）の追加
- 2) 大分類C（柱状結晶）の下の中分類を1. 針，2. 鞘，3. 角柱，4. 砲弾，とした。
- 3) 大分類P（板状結晶）の下の中分類を1. 角板，2. 扇形六花，3. 樹枝状六花，4. 複合六花，5. 多重・分離六花，6. 立体型，7. 放射型，8. 非対称板状結晶，とした。
- 4) 大分類CP（柱状・板状結晶）の下の中分類を1. 鼓，2. 砲弾・板状結晶，3. 柱状・板状結晶，4. 交差角板，5. 柱状・板状結晶の不規則結晶，6. 骸晶，7. 御幣，8. 矛先，9. 鷗，とした。
- 5) 大分類A（付着・併合結晶）の下の中分類を1. 柱状結晶の併合，2. 板状結晶の併合，3. 柱状・板状結晶の併合，とした。
- 6) 大分類G（初期結晶）の下の中分類を1. 柱状氷晶，2. 板状氷晶，3. 多面体氷，4. 多結晶氷晶，5. 凍結雲粒，とした。

今後，気象学会および雪氷学会での発表を通して関心のある方々との議論を進め，今回提案した新しい雪結晶分類の検討がさらに進むことを期待している。

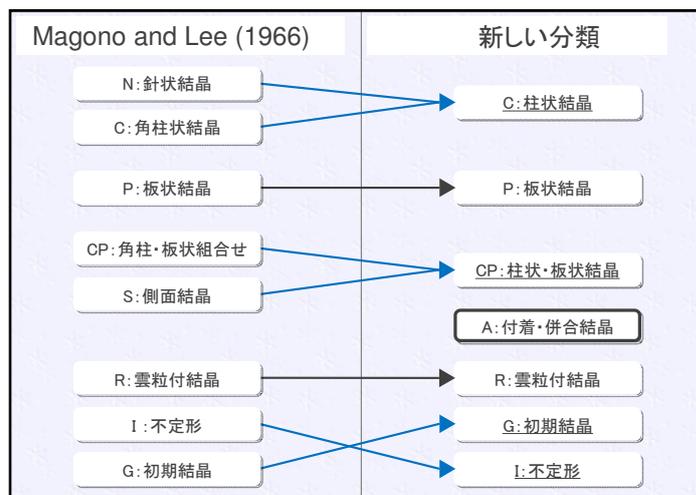
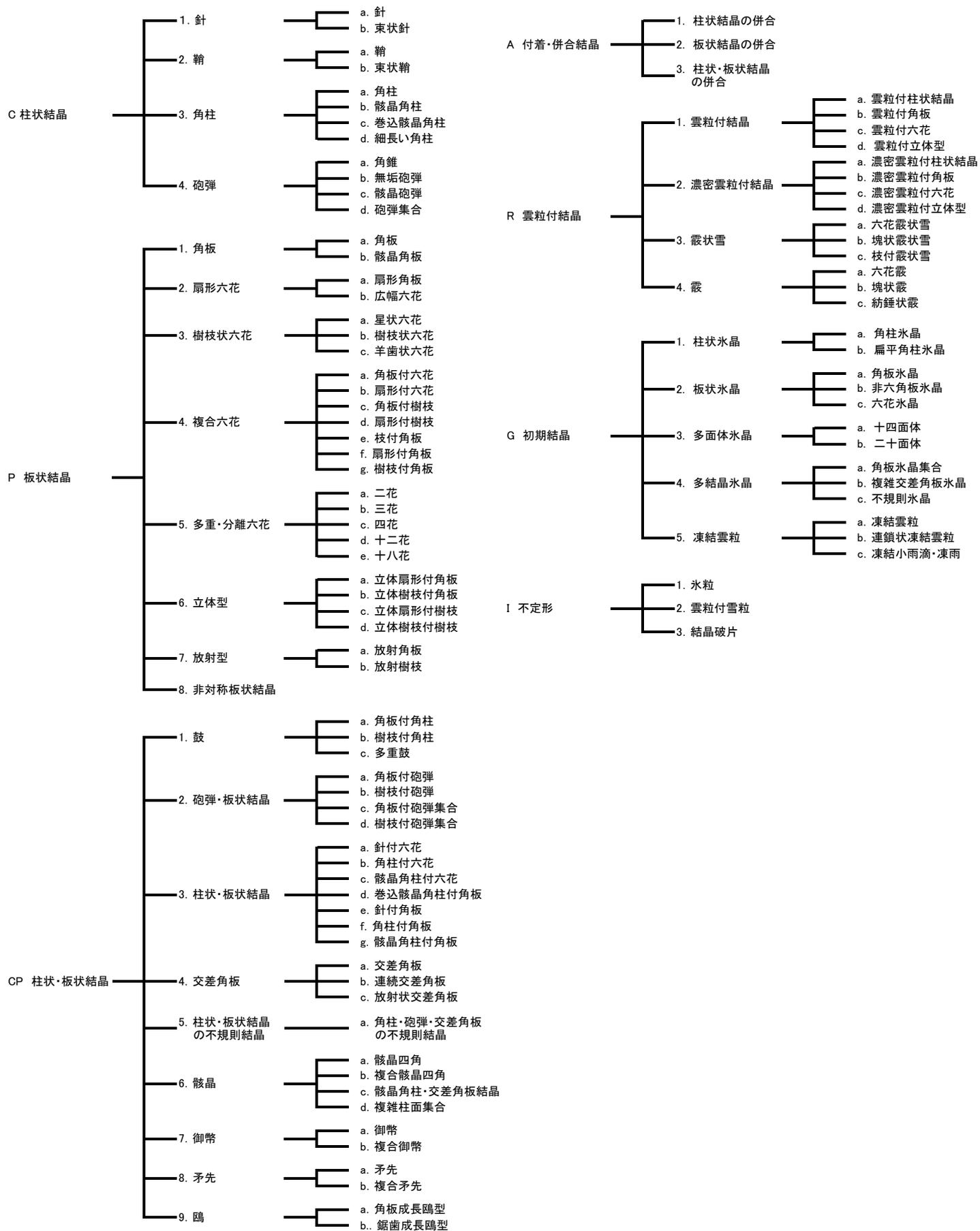


図1 新しい雪結晶分類での大分類の変更  
修正した大分類名にはアンダーライン，新たに追加した大分類名（付着・併合結晶）には，枠を付けた。

\* 雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー

菊地，山下，亀田，樋口，権田，藤野の他，油川英明，平沢尚彦，石坂雅昭，梶川正弘，神田健三，村井昭夫，佐藤 昇，高橋忠司，高橋修平，上田 博，和田 誠

表1 新しい雪結晶分類



## 鉛直気温分布の精密ゾンデ観測

## ～温度基準ゾンデの開発と試験観測データの解析～

清水健作<sup>1,2</sup>、長谷部文雄<sup>3</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院、<sup>2</sup>明星電気株式会社<sup>3</sup>北海道大学地球環境科学研究所

## 1. はじめに

気候監視をはじめ地球環境の理解にとって高層気象観測は重要な役割を担っているが、高度分解能の高いデータが手軽に得られるラジオゾンデは、現在でも必要不可欠な観測手法の1つである。ラジオゾンデ搭載のセンサは、気温 40～-90 °C、気圧 1000～5 hPa という広いダイナミックレンジをカバーしつつ、十分な精度を確保する必要がある。近年の GPS 技術を応用した気圧算出手法により気圧データにおけるバイアスは大きく減少したが、温度センサ及び湿度センサに関しては、今なお、測定値にバイアスの存在する事が知られている。特に温度センサについては、日射に起因するバイアスの正確な把握が困難で本質的な問題解決がなされないまま、日射補正という便宜的な経験的手法に依存してきている。そのため、周囲の気温にセンサが同化するのに長時間を要し、日射の強い成層圏においては、より顕著なバイアスが現れる。この事実は近年の国際比較観測でも日中の温度データが製造メーカー間で有意に異なることから明らかである (Nash et al., 2005)。しかしながら、全球的・地域的な気候変動の兆候を監視・検知するためにも成層圏までの気温を正確に計測することができる温度センサは非常に重要であり、高精度で信頼のおける温度ゾンデが求められている (WG-ARO, 2008)。

## 2. 温度基準ゾンデ開発

本研究では、温度基準ゾンデを新たに開発した。本ゾンデはかつてロケットゾンデに使用されてきたタングステン線の電気抵抗値の温度依存性を利用するもので、その特長は応答時間が短いことである (以下、Tungsten ゾンデ)。室内実験の結果から推定される応答時間は 10 hPa で 46 ms であり、これは既存のゾンデより少なくとも 1 オーダー以上、短い値である。これにより日射によるバイアスは 0.5 K 以下と見積もられる。さらに、6 Hz の高速サンプリングにより、従来議論されてこなかった微細な温度構造を見ることができる。

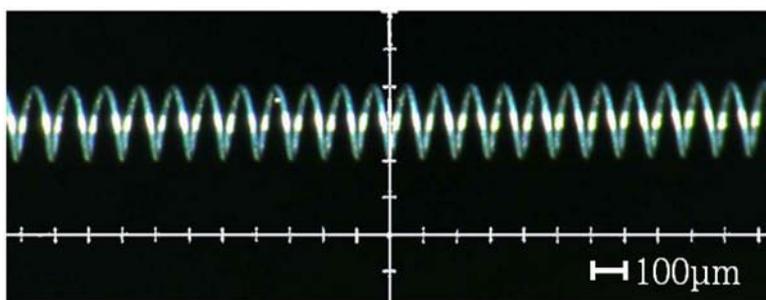


図 1: 開発された MTR 温度センサのワイヤー部。ワイヤーの直径は 10 μm であり、表面にはアルミ蒸着処理が施される。

3. パルス状温度変動の原因調査

プロトタイプTungstenゾンデによる観測の結果、昼間は正、夜間は負のパルス状温度変動が数多く見出された。その振幅は高度とともに増大し、昼間の10 hPaでは7 Kに達した(図2)。当初この変動は、昼間は短波による加熱、夜間は長波による冷却や気球内部ガスの断熱冷却により生成される気球表面の温度擾乱がゾンデに到達したためであると理解された

(Tiefenau and Gebbeken, 1989、鎌田他, 2002)。しかし、気球直下とゾンデとにおける1対のGPS位置データを解析した結果、気球の航跡上を通過したMTRの温度データにはパルス状変動は殆ど見られず、気球による熱流の影響は二次的で、主要な原因はゾンデ本体により生成された熱流であることが明らかとなった。このゾンデ本体による影響はタングステン線の装着法をゾンデ本体から十分にセンサを離すという変更により取り除く事ができた(図3)。一方、気球に起因する温度変動は吊り紐を十分長くすることにより回避できた。しかし、タングステン線の太陽放射に対する立体角に依存した変動(0.4 K以下)は構造的に回避することができないため、観測値にフィルタを適用するなどして除去するしかないが、観測値に対しての影響は軽微である。これにより、Tungstenゾンデは鉛直温度構造の精密観測に耐えるものとなった。

4. まとめと考察

本研究では、Tungstenゾンデにより明らかにされた従来の高層気象観測に内在する誤差要因について調査を行った。試験観測データにより、見出された温度変動は、筐体によって温められたり冷やされた熱流である事が明らかになった。従来から指摘された気球後流の影響は想定されるほど大きくなかった。

TungstenゾンデはMeisei Temperature Reference (MTR)として来年中に市販される予定である。

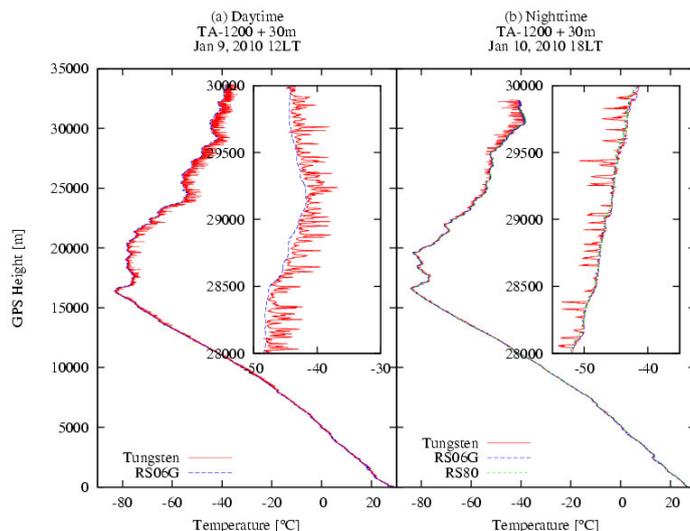


図 3: (a) 昼の温度データの比較。実践がMTR、破線がRS06Gを示す。(b) 夜の観測データの比較。実践がMTR、破線がRS06GとRS80を示す。

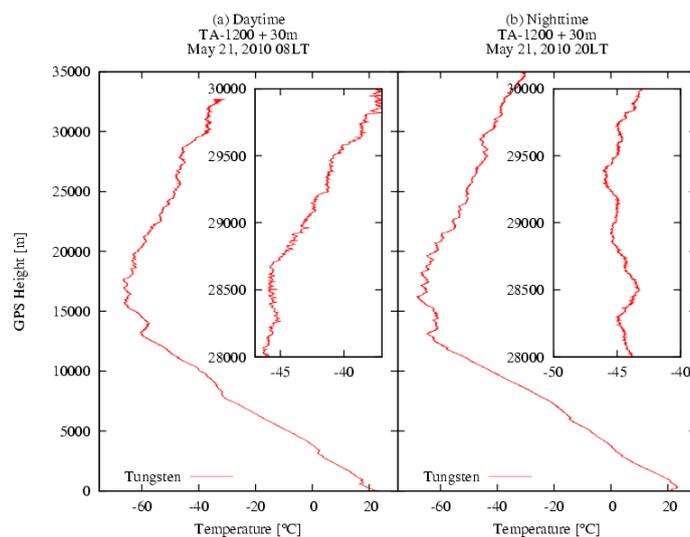


図 2: (a) 昼のMTRの温度データ。(b) 夜のMTRによる温度データ。