HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	流氷観測レーダーによる流氷観測
Author(s)	田畑, 忠司; 青田, 昌秋; 大井, 正行
Citation	低温科學. 物理篇, 25, 233-239
Issue Date	1967-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18075
Type	departmental bulletin paper
File Information	25_p233-239.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Tadashi TABATA, Masaaki AOTA and Masayuki ÔI 1967 On the Observation of Sea Ice Distribution with the Sea Ice Radar. *Low Temperature Science, Ser. A, 25.*

流氷観測レーダーによる流氷観測*,** (序報)

田畑忠司・青田昌秋・大井正行
(低温科学研究所　流氷研究施設)

(昭和42年8月受理)

I. 序　　言

オホーツク海は冬季にはほぼ全域にわたって結氷し，最南端の北海道のオホーツク海沿岸でも毎年1月初旬から3月下旬頃まで結氷し，多くの流氷を見る。低温科学研究所海洋学部門では昭和19年以降，これらの流結氷の基礎的研究を行なって来たが，流結氷に関する研究を更に推進させるために，昭和40年4月紋別市に流氷研究施設が設置された。

オホーツク海の最南端にあたる北海道沿岸は結氷する海域としては世界中でもっとも緯度が低い。そのため沿岸でみられる流結氷の量は厳冬期であってもたえず変動していることが多い。すなわち，水面上の高さが3～4 mにも達する優勢な流氷野が4月初旬まで沿岸を固く閉ざしていることがあるかとおもえば，厳冬季の2月であっても流氷の量が少なく，いつも沿岸に水路があいている年もある。また見渡す限りの流氷野が一夜のうちに視界外に去ってしまうことも珍らしくない。

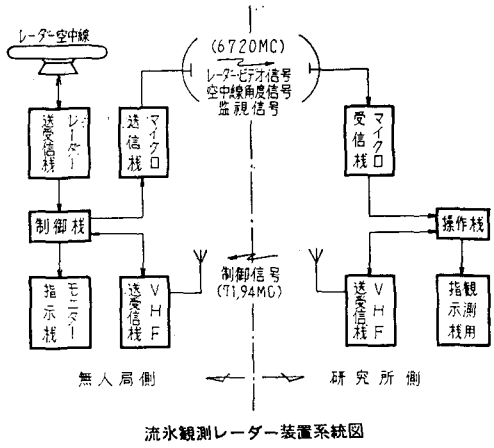
流氷の移動・漂流については古くから注目されており，数多くの研究がなされている。流氷は水面に浮上している物体であるから，その運動は，水面上の部分に働く風の応力と水中の部分に働く海・潮流の作用および地球自転の転向力によってきまることは疑いない。ところが，流氷の水面上の部分の高さ・形状は千差万別でそれに伴なって，水中の部分の深さ・形もちがう。更に，北氷洋のように海のほとんど全域が氷でおおわれている場合もあり，また海面に小さな流氷が点在している場合もあり，その上風は絶えず変化しており，海潮流も一定不変でないので問題は必らずしも簡単ではない。

流氷の運動を明らかにするためには他の気象・海象要素と共に流氷の実際の運動状況を把握することが肝要であることは云うまでもない。北海道オホーツク海沿岸のように流氷の移動の著しい海域では必要なときに充分な精度で流氷の状況を把握することが特に必要になる。幸いにして流氷は起伏が多いので昼夜を問わずその分布状況を観測するためにレーダーを利用することができる。このような見地から海岸近くの山頂に流氷観測用レーダーを設置して流氷観測を行なうことにした。陸上レーダーによる流氷観測では観測海面が限られる欠点があるが，随時流氷状況を観測出来る利点がこの欠点を充分に補なっている。

* 北海道大学低温科学研究所業績　第841号
** 北海道大学低温科学研究所流氷研究施設　研究報告第4号

II. 流氷観測レーダーの概要

流氷観測用レーダーは昭和41年1月紋別市西部の紋別山（通称大山）山頂近くに設置され同月20日から活動を開始した。装置の概要は第1図の系統図に示すとおりである。レーダーの送受信機は観測海面を広くするために紋別山山頂に設置されているが，観測を効果的に行なうために，流氷のレーダー映像は山頂から約3kmはなれた流氷研究施設に無線電送され，そこで観測される。また山頂のレーダー送受信機の動作は流氷研究施設から無線で遠隔操作するようになっている。レーダー送受信機，レーダー映像電送用のマイクロウェーブ回線，遠隔操作用VHF回線の諸元の概要は第1表のとおりである。なお，設置後の実験と測定の結果，レーダーアンテナの垂直指向性は将来4度に短縮する予定である。



第1図　流氷観測レーダー装置系統図

左側の無人局は流氷研究施設より西方約3kmの紋別山山頂近く（標高280m）に設置されている

第1表　流氷観測レーダ諸元

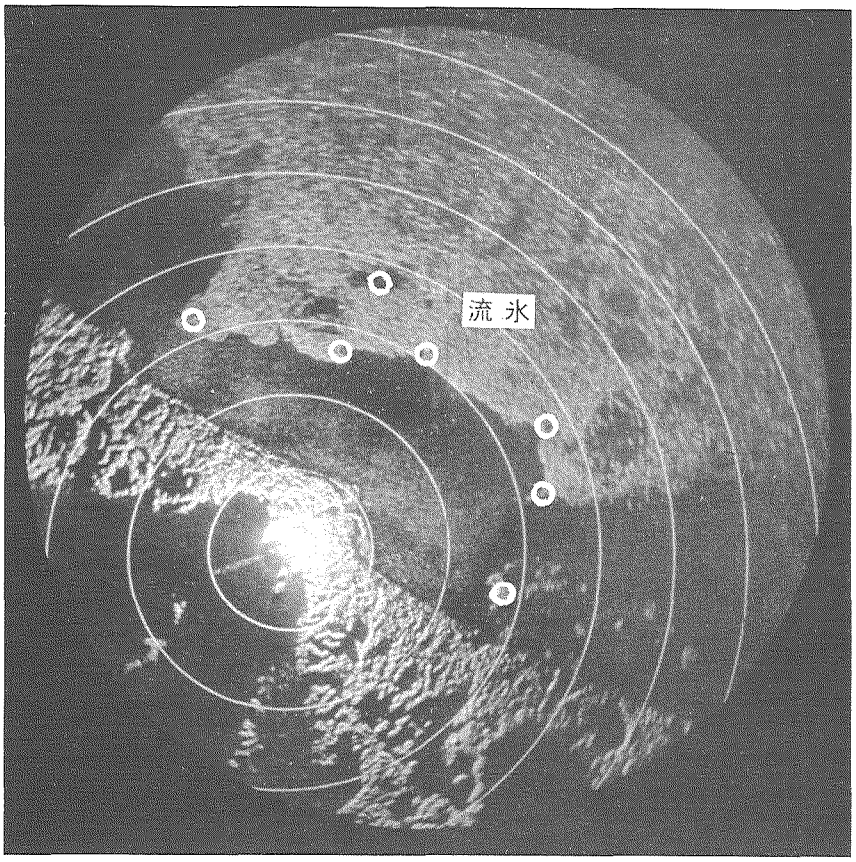
位置	
山頂無人局	紋別市紋別山山頂
流氷研究施設レーダ局	紋別市南ヶ丘流氷研究施設内
レーダー装置	
空中線	スロット型　開口径 3.6 m
周波数	5540 MC
ビーム幅	水平1度　垂直22度
送信出力	40 kW
パルス幅	0.2 μs および 1 μs
最大探知距離	50 浬
観測用指示器	
指示機	16吋 PPI コンソールテーブル型
離心	3/4 半径
レーダーリレー回線	
周波数	6720 MC
送信出力	1 W
VHF 回線	
周波数	71.94 MC
情報電送方式	6周波中の2周波選択方式
制御項目	レーダー送受信機動作 ON, OFF，パルス幅切替，AFC の ON, OFF，監視信号送出，通話呼出し信号送出，同調制御，利得制御，STC 制御
監視項目	局扉開放，調整中，送信状況，制御ローカル

III. 観 測 の 例

昭和42年冬の沿岸近くの流氷は例年に比べると劣勢であったが，レーダーによって多くの流氷移動の資料が得られた。そのうちの2例を第2，3図に示した。第2図は流氷が海岸から離れている場合で，第3図はほとんど接岸している例である。第2図の左下隅に海岸線が明瞭に見られ，沿岸近くに2～4浬の流氷が殆どない開水面があり，その沖に流氷野が見られる。第3図では流氷がほとんど接岸しているので海岸線はあまり明らかでないが，第2図と比較すると容易にわかる。両図とも流氷野中に氷のない部分（氷湖という）が点在しているのがわかる。

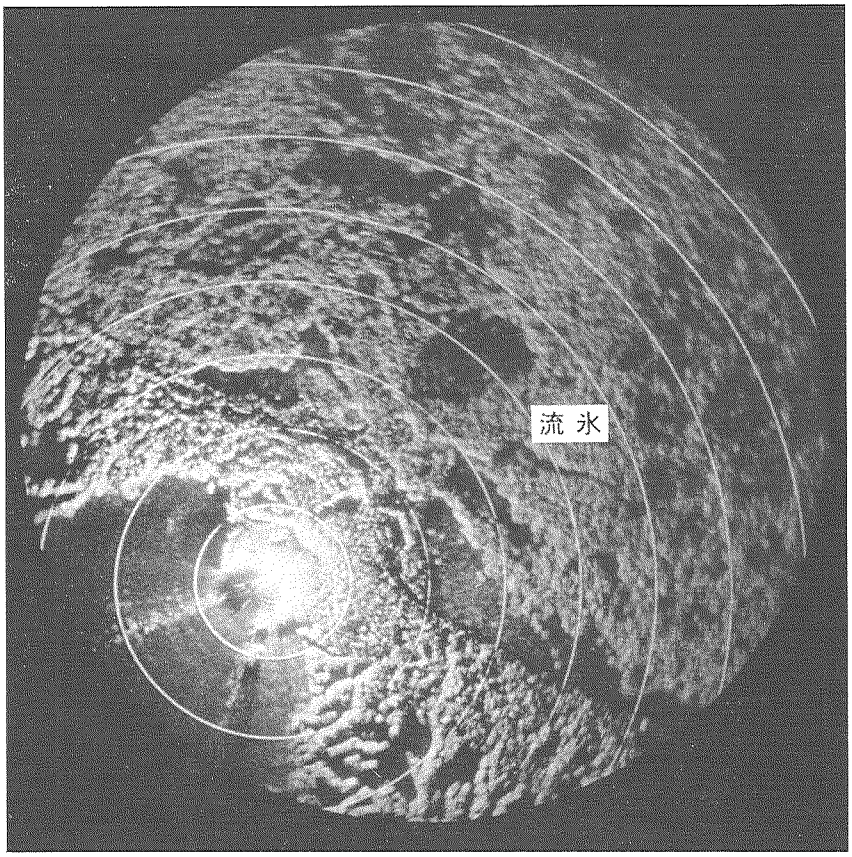
このようなレーダーの流氷映像を適当な時間間隔で写真撮影するなりまたは抽写記録し，それらから流氷の移動状況を求めることができる。

第2図は2月23日13時5分の流氷分布図であり，図中に見られる特異な形状または氷湖など7点（図中の白丸印）をえらびそれらの点が同日9時7分から19時10分までのあいだにどのように移動したかを追跡した結果が第4図で，図中の線はこれらの点の軌跡を示してい



第 2 図　レーダー観測による流氷分布図

1967年2月23日13時05分。図中の円弧は各2浬の間隔である。○丸の部分の移動を観測して流向・流速を求めた

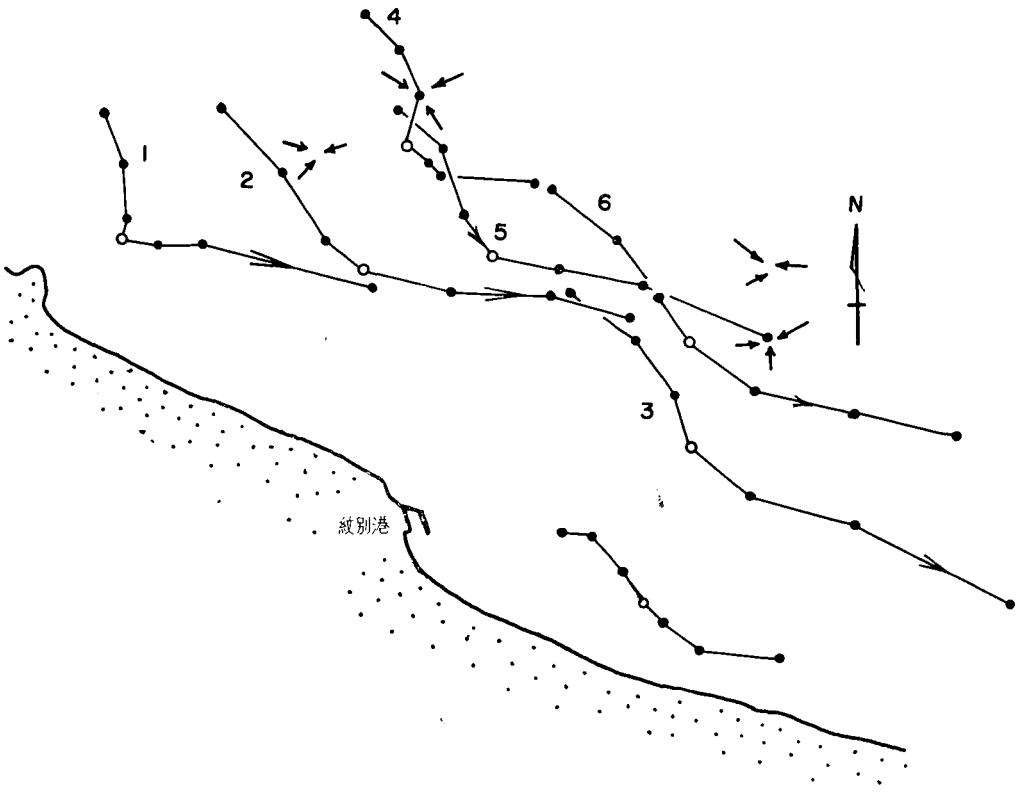


第 3 図 レーダー観測による流氷分布図
1967 年 2 月 20 日 13 時 05 分。図中の円弧は各 1 浬の間隔である。
流氷はほぼ接岸している

る。第 4 図は 9 時 7 分，10 時 45 分，12 時 13 分，13 時 5 分，14 時 7 分，15 時 41 分および 19 時 10 分の観測結果を利用して画いたものである。図から直ちに，流氷野の各部分はほぼ平行なゆるい S 字形をなして移動していることがわかる。

第 4 図から各観測時刻間の流速・流向を求めると第 2 表のようになる。流氷はほぼ 1～3 km/時 の流速で東南東乃至南南東の方向に流れているが，流氷野中の各部分しかも可成り近接した場所でも流向・流速がかなり異なっていることが明らかであり，きわめて興味深い。このことは流氷野の内部で氷野の疎密化の過程が生じていることを示しており，レーダー映像上のたとえば氷湖の縮少・消滅あるいは逆に氷湖の発生・拡大などによっても知ることができる。第 4 図に示した矢印は氷湖の縮少によって氷野の密化がおこっていることが明らかに認められたことを示している。

氷野の移動は主として風と海・潮流によっておこることはすでにのべたとおりである。第 5 図に第 4 図の時間中の流氷の平均流向・流速と，同時間中に紋別測候所で観測された風向・

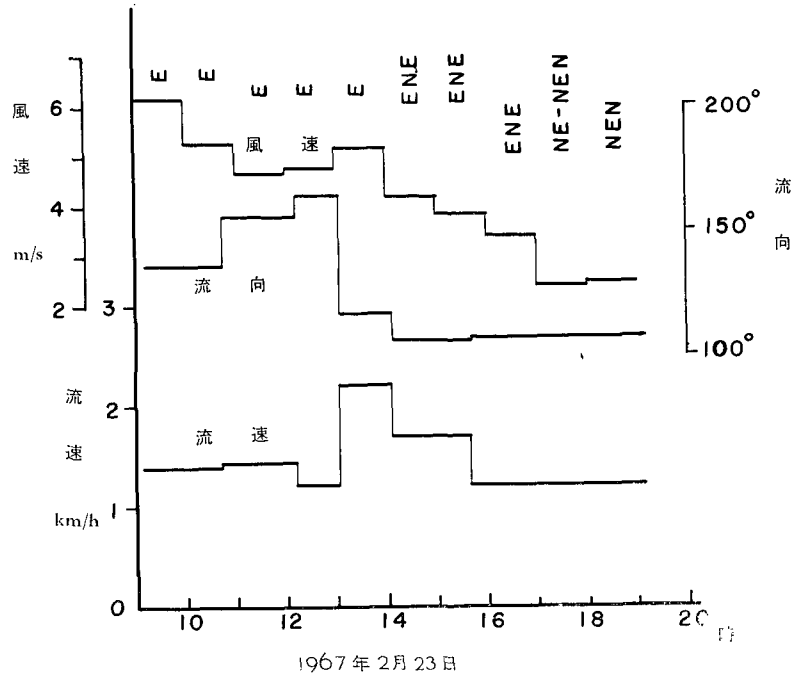


第 4 図　1967 年 2 月 23 日 9 時 07 分から 19 時 10 分の間の流氷移動経路（レーダー観測による）。白丸は 13 時 5 分の位置（地図の左上の岬と紋別港との距離が約 14 km）

第 2 表　流 氷 の 流 向 ・ 流 速

紋別沖．1967 年 2 月 23 日

時　刻	9 h 07 ～10 h 45		10 h 45 ～12 h 13		12 h 13 ～13 h 05		13 h 05 ～14 h 07		14 h 07 ～15 h 41		15 h 41 ～19 h 10	
地点番号	流速 km/h	流向 °	流速 km/h	流向 °	流速 km/h	流向 °	流速 km/h	流向 °	流速 km/h	流向 °	流速 km/h	流向 °
1	1.1	159°	1.3	176°	0.5	202°	1.2	103°	1.0	88°	1.7	105°
2	1.8	137	1.7	148	1.1	129	3.0	104	2.3	93	0.8	106
3	1.6	126	1.5	147	1.5	163	2.5	130	2.4	105	1.7	118
4	1.0	136	1.1	157	1.3	195	1.0	133	0.3	133	0.9	94
5	1.2	132	1.5	161	1.5	144	2.6	107	1.9	101	1.2	114
6	1.6	128	1.5	145	1.5	149	2.7	125	2.3	104	1.0	104
平　均	1.4	136°	1.4	156°	1.2	164°	2.2	117°	1.7	104°	1.2	107°



第 5 図 流氷の平均流向・流速および平均風向・風速
(1967 年 2 月 23 日)

風速を示してある。流氷の流向はゆるいS字形をなしていることが第4図から直ちにわかるが，この結果は第5図にも明らかであり，特に13時以降流向が急に変化しているのが目立つ。流速は氷野の各部分で可成りことなっているが，平均的には，流向が急変した13時以後一時的に増大したほかはほぼ一定の値を示している。いっぽう，風速はゆるやかにしかもほぼ単調に減少しており，風向は東乃至東北東で，17時以降北東風に変化している。海上の風向・風速と陸上のそれとが必ずしも一致するという保証はないが，いまの場合は両者がわずかに15—20 km しか離れていないので陸上の風と流氷上のそれが一致すると見做すことにする。

興味深いことには第5図から，風がほぼ東から吹いていたにも拘わらず流氷は海岸線に平行に南東の方向に流れていることである。流氷の風による移動速度は風下から北半球では僅かに右に偏して，風速の1/50～1/100の速さであることが知られている。9時から14時の間では風向は東で風速は約5.2 m/秒であるから，流氷は風によっては西から僅かに北寄りの方向に0.18乃至0.37 km/時ぐらいの流速で流れる筈である。しかし実際には流氷はほぼ南東の方向に約1.5 km/時の流速で流れている。このことは観測された流氷の移動は主として海水の流れによるものであることを示している。しかも約10時間にわたる観測時間中に流向は全体としてほぼ一定であったことから，当時この海域には海岸線にほぼ平行な南東に向う約1節の速さの海流があったと云うことがわかる。

2月23日は月齢が13.7で，満潮・干潮は1回づつで，それぞれ12時半，21時20分頃であった。観測日が大潮に近かったことから，流氷の移動には潮流の影響があらわれることが期

待され，第5図で明らかな13時以降の流向・流速の変化は潮流によるものと考えられる。この観測では観測時間が短かいために潮流についてはそれ以上のことが不明であるが，長時間の流氷の移動の観測によって潮流を求めることもできよう。

IV. 結　　語

流氷観測レーダーの概略および観測結果の一例によりレーダーが流氷研究の有力な装置であることを示した。また更に適当な分離氷塊があるかまたは氷野に適当な標識を付した氷野の動きを丹念に追跡することによって流氷の動きにとどまらず冬季の海流および潮流を求めることも可能であることを示唆した。

氷野に標識をつけることはレーダー電波を増強反射する装置を設置することによって近く解決される見通しである。また流氷観測用レーダーは更に網走市能取山（標高 180 m）に建設中であり，1968年には枝幸町徳志別山（標高 434 m）に設置される予定である。これら3基のレーダーにより北見地方沿岸の流氷の動きは連続的に観測出来ることになり，流氷研究上はもちろんのこと，流氷による災害の予防にも大いに役立つことはうたがいない。

この装置は文部省設備充実費によって設置せられたものであり，関係各位の御尽力に心から感謝いたします。