

3000m上空で見つかった

納豆菌について思う：

北東アジア域の大気監視・管理

**岩坂泰信
滋賀県立大学**



前任校では能登半島を研究・教育活動の場として大変重要視しておりました。

教育

- ①・大学院の国際化
・留学生の増員とその支援
- ②・3学域・16学類の教育体制
・教養豊かな人間力形成

研究

- ③・先進的研究拠点形成
・基礎科学研究の維持・発展
- ④・研究の組織的支援強化
・海外研究交流拠点の展開

運営

- ⑤・財政基盤の強化
・PDCAサイクルの確立
- ⑥・ガバナンス(大学統治)の充実
・教育研究支援

地域連携

- ⑦・地域経済の活性化
・地域医療の困窮解決
- ⑧・能登オペレーティング・ユニットの設置
・地域社会、自治体との連携

能登半島を巡る教育・研究活動 -金沢大学の取り組み-

金沢大学では、能登半島を拠点に数多くの教育・研究活動が実施されている。その分野は、文系、健康保健系、理工系など多岐に渡っている。一方、金沢大学中核計画では、「能登半島を中心とした総合的・多角的な地域研究を推進し、特色ある地域研究の拠点を形成する。」ことを掲げている。

このシンポジウムは、県内外へ金沢大学能登拠点研究の視点を発信し、さらに、学内研究機関の交流を促めることを目的として、能登拠点形成連絡協議会と能登オペレーティング・ユニット*が共催で実施するものである。

- * 能登拠点形成連絡協議会：上記の金沢大学の中核計画について、その実施等を協議する学内組織
- * 能登オペレーティング・ユニット：本年10月に金沢大学が設立した「能登」における教育と研究を連携しながら連携する組織

日時：12月1日（水）13:00～17:30

場所：自然科学図書館1階大会議室

プログラム

13:00～13:05	開会挨拶 能登拠点形成連絡協議会代表・理工研究推進システム学長兼教授
13:05～13:20	「能登における地域研究センターの研究と政策連携」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
13:20～13:35	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
13:35～13:50	「文化人類学調査実証による能登の集落調査」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
13:50～14:00	休憩
14:00～14:15	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
14:15～14:30	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
14:30～14:45	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
14:45～15:00	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
15:00～15:15	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
15:15～15:30	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
15:30～15:45	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
15:45～16:00	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
16:00～16:15	「能登半島を巡る観光-能登半島からの発信」 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
16:15～16:30	閉会挨拶 能登キャンパス長兼社会科学研究センター学長兼教授
16:30～17:30	ポスターセッション4部発表（無料）

最近になって、金沢大学では能登で行われている研究教育活動を総体的に眺めようという流れになってきている。まだまだ、力強いものにはなっていないが……。

平成22年度 国大協大学改革シンポジウム

地域連携で加速するフィールド研究

～「能登オペレーティング・ユニット」開設を記念して～

金沢大学は国立大学協会と共催で、11月4日に大学改革シンポジウム「地域連携で加速するフィールド研究」能登オペレーティング・ユニット」開設を記念して」を開催しました。



開会挨拶：中村信一学長

開催報告

金沢大学は能登半島における研究と教育の支援拠点として能登オペレーティング・ユニットを10月に設立し、地域連携ディレクターを中心に、地域自治体などと連携しながら、フィールド研究や臨地教育を展開していきます。シンポジウムでは、中村信一学長のあいさつの後、総合地球環境学研究所の立本成文所長が「つながり発見のフィールドワーク～『社会のための科学』になる楽しみ～」と題して基調講演を行いました。基調報告では、同大学長補佐(社会貢献担当)の中村浩二教授がオペレーティング・ユニット開設の狙いを、また、岩坂泰信特任教授が「東アジアの環境センサーとしての能登半島」をテーマに報告しました。



基調講演：立本成文氏
(総合地球環境学研究所長)

11月4日： 金沢市角間町
金沢大学でシンポジウム



基調報告：岩坂泰信特任教授(左)と中村浩二教授



鈴木啓助信大教授

パネル討論では、中村教授を司会にオペレーティング・ユニットのオフィスがある珠洲市の泉谷満寿裕市長、信州大学山岳科学総合研究所所長の鈴木啓助教授、金沢大学の鏡味治也教授、都野展子准教授の4人が、「地域連携でフィールド研究と臨地教育を加速し地域にどう還元するかをテーマ」に話し合いました。



泉谷満寿裕市長



鏡味治也教授



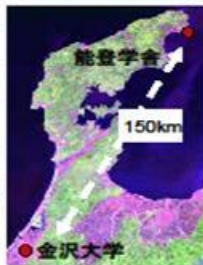
都野展子准教授



金沢大自然科学大講義室に110人

11月5日：能登学舎へ
エクスカージョン

珠洲市三崎町



学生、一般含め12人参加。現地の研究者と



閉会挨拶：
日向野隆司部長(国大協)

5日にはオペレーティング・ユニットがある能登学舎(珠洲市)へのエクスカージョンを開催。信州大学の鈴木啓助教授、文部科学省科学技術・学術政策局調査調整課の下村智子専門官、国立大学協会の入口康彦氏含め12人が参加しました。小路晋作特任助教が里山マスター養成プログラムの概況を説明。その後、古民家レストラン「典座」で昼食後、能登学舎の研究者や地元NPOのスタッフと意見交換をしました。

金沢大学に能登を足場に行われている教育・研究活動を組織的に支援する組織として能登オペレーションユニットを設けた。



能登は、大気科学や大気環境を勉強するものにとって、大変魅力的な所

そして、富士山も同様に、大変魅力的な所です

海流、風系、水循環

黄砂

視程の支配要因

トレーサー

汚染物質のキャリアー

**微生物の運び屋
(担体)**

**環境中を循環する物質・
物質を運ぶキャリアー**

大気中のバイオエアロゾルの振る舞い： 氷晶核・雲・水循環

相当以前から指摘
されていたバイオ
エアロゾルの機能

氷晶核 (Ice Nuclei)
雲凝結核 (CCN)

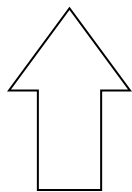


雲形成

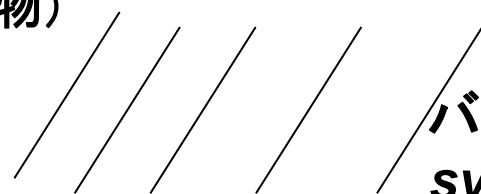


間接効果による放射収支への
影響 (e.g., IPCC TAR, 2001)

バイオエアロゾル (微生物)



発生源



水循環

氷晶核としての活性化温度

バクテリア (例えば、*Pseudomonas syringae*) : -2~-4°C

(Schnell and Vali, 1972)

鉱物粒子 : -13~-20°C

(Ishono et al., 1959)

バイオエアロゾルの 対流圏広域拡散による環境健康影響

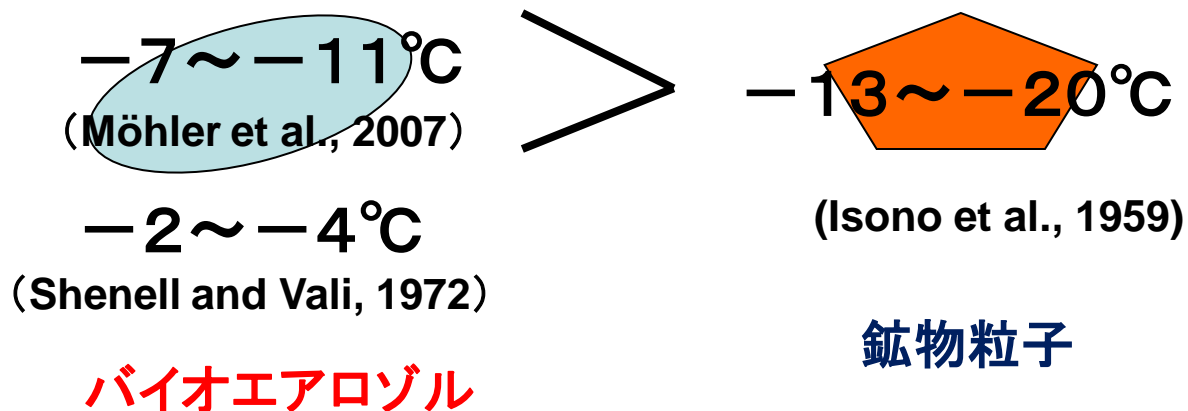
微生物生態系への影響、動植物に対する病原性

(e.g., Griffin et al., 2001; Prospero, 2005; Kellogg and Griffin, 2006)

グローバルスケールの風系によって運ばれている可能性大: 砂塵嵐の時に空気中の微生物濃度が上昇する！！

氷晶核として雲形成や間接放射に影響

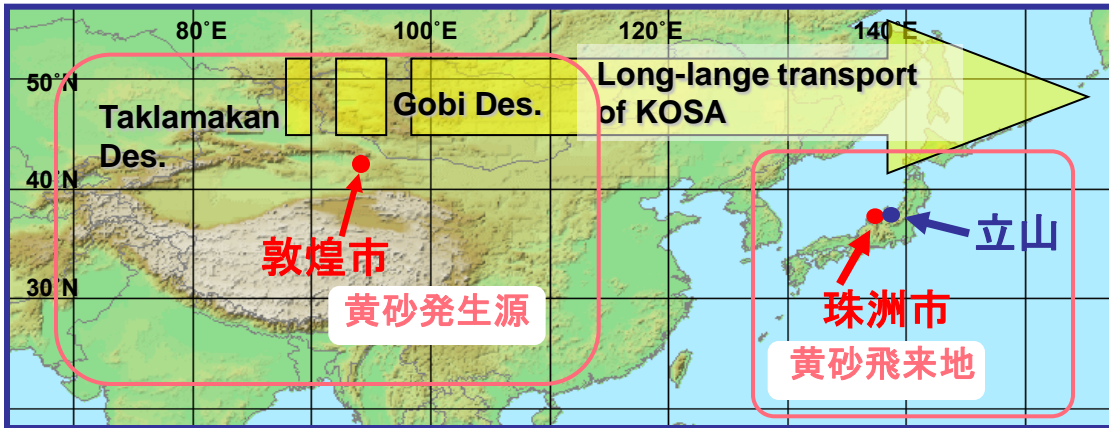
(e.g., Maki and Wiloughby, 1978; IPCC, 2001; Möhler et al., 2007)



黄砂の長距離輸送

微生物の 大気中での行動

観測地



上空の微粒子を孔径0.2 μ mメンブランフィルターでエアポンプを使用して1時間捕集 (全700 m³)する。

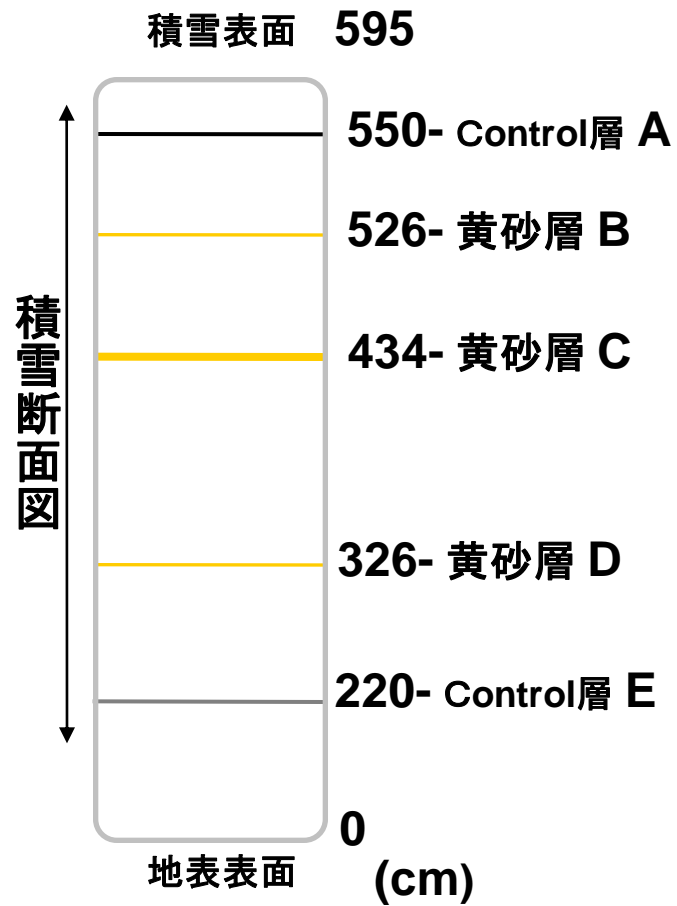


地上の微粒子を孔径0.2 μ mメンブランフィルターで1時間捕集。

2009年調査 (富山県立山・室堂平(2450m))



積雪深 5m95cm;
2008年秋(10月)から 2009
年春(4月)までの積雪層



「砂粒子を含む3層(黄砂層)」および「砂粒子が見られない2層(control)」から積雪試料100mlを採取した。



**日本上空では
航空機観測も**

中国敦煌市にも観測サイトを経営

黄砂発生源地、黄砂沈降地域の系統的な比較を目指す

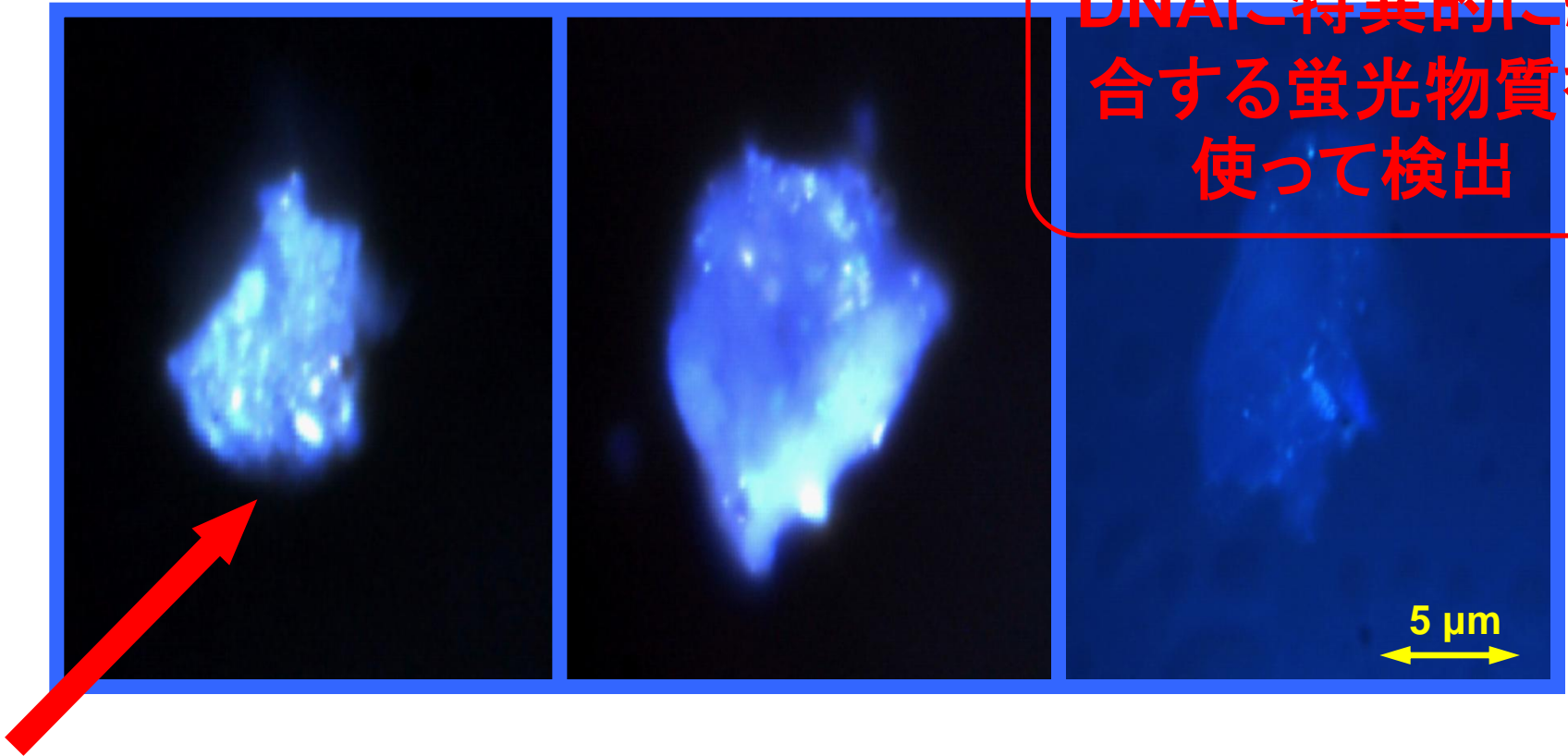


2006年サンプリング

2007年サンプリング

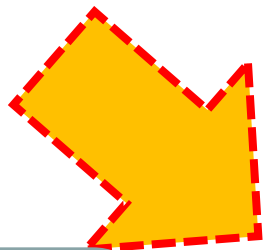
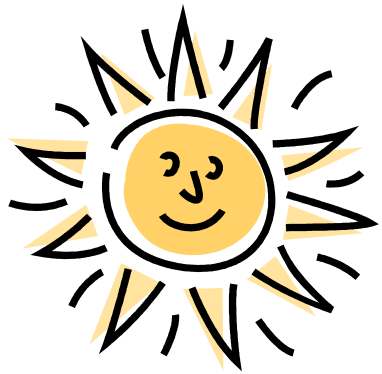
KOSA-Bioaerosol collected at Dunhuang: DAPI染色

DNAに特異的に結合する蛍光物質を使って検出



DAPI染色した黄砂粒子の付着微生物の落射型蛍光顕微鏡写真

2007年敦煌(地上700 m: 海拔1900 m)



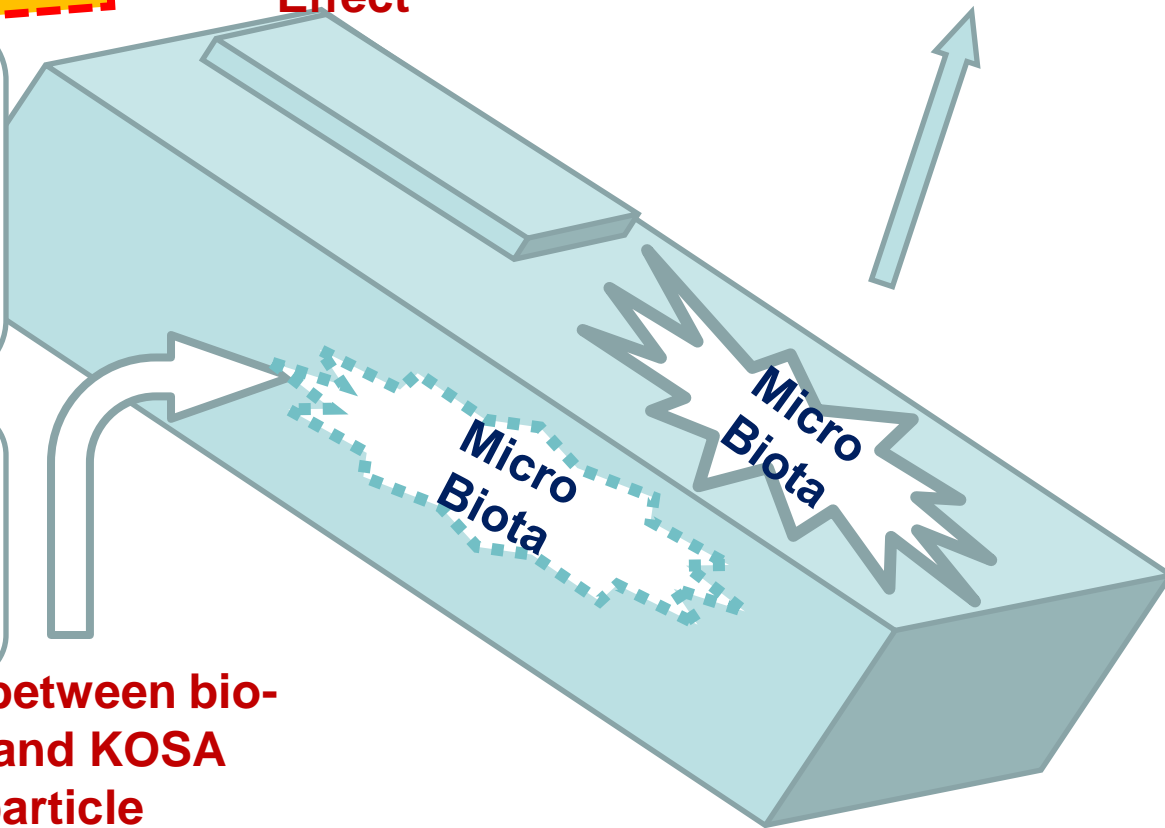
Solar UV
radiation
Shadowing
Effect

Potential of KOSA
as Ice Nuclei
largely increases

長距離輸送
と
混合状態

微生物が受け
る環境ストレス

water between bio-
film and KOSA
particle



気球サンプルのDNA含有量

2008 珠洲上空サンプル(黄砂飛来あり)

DNA量 $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2009 珠洲上空サンプル(黄砂飛来なし)

DNA量 $0.036 \mu\text{g}/\text{m}^3$

敦煌上空で見つかった黄砂バイオエアロゾル

敦煌(黄砂発生源地域)

金沢(黄砂降下地域)

Rhodospiridium sphaerocarpum

食物腐敗菌

Bacillus cereus (1300 m)

食中毒原因菌？

Cladosporium sp. (1900 m)

アスペルギルス
症？アレルギー？
植物病原菌

Aspergillus sp. (1900 m)

Bacillus pumilus (1900 m)

Rickenella fibula (2000 m)

Ceriporiopsis gilvescens (2000 m)

Brevibacillus sp. (2000 m)

植物病原細菌 (2000 m)

Staphylococcus sp. (2000 m)

植物病原細菌

Rhodococcus sp. (2000 m)

Delftia sp. (2000 m)

Pseudomonas sp. (2000 m)

グラム陰性菌：リポ
ポリサッカライド

Agrobacterium tumefaciens

Pseudomonas sp. (2000 m)

Gracilibacillus sp. (1900 m)

Staphylococcus sp. (1900 m)

日和見感染症？

Amycolatopsis sp. (1900 m)

Kocuria sp. (1900 m)

Pycnoporus sp.

(620 m)

Aquatic bacterium

(720 m)

Nocardia sp.

(720 m)

Bacillus cereus

(720 m)

分離培養

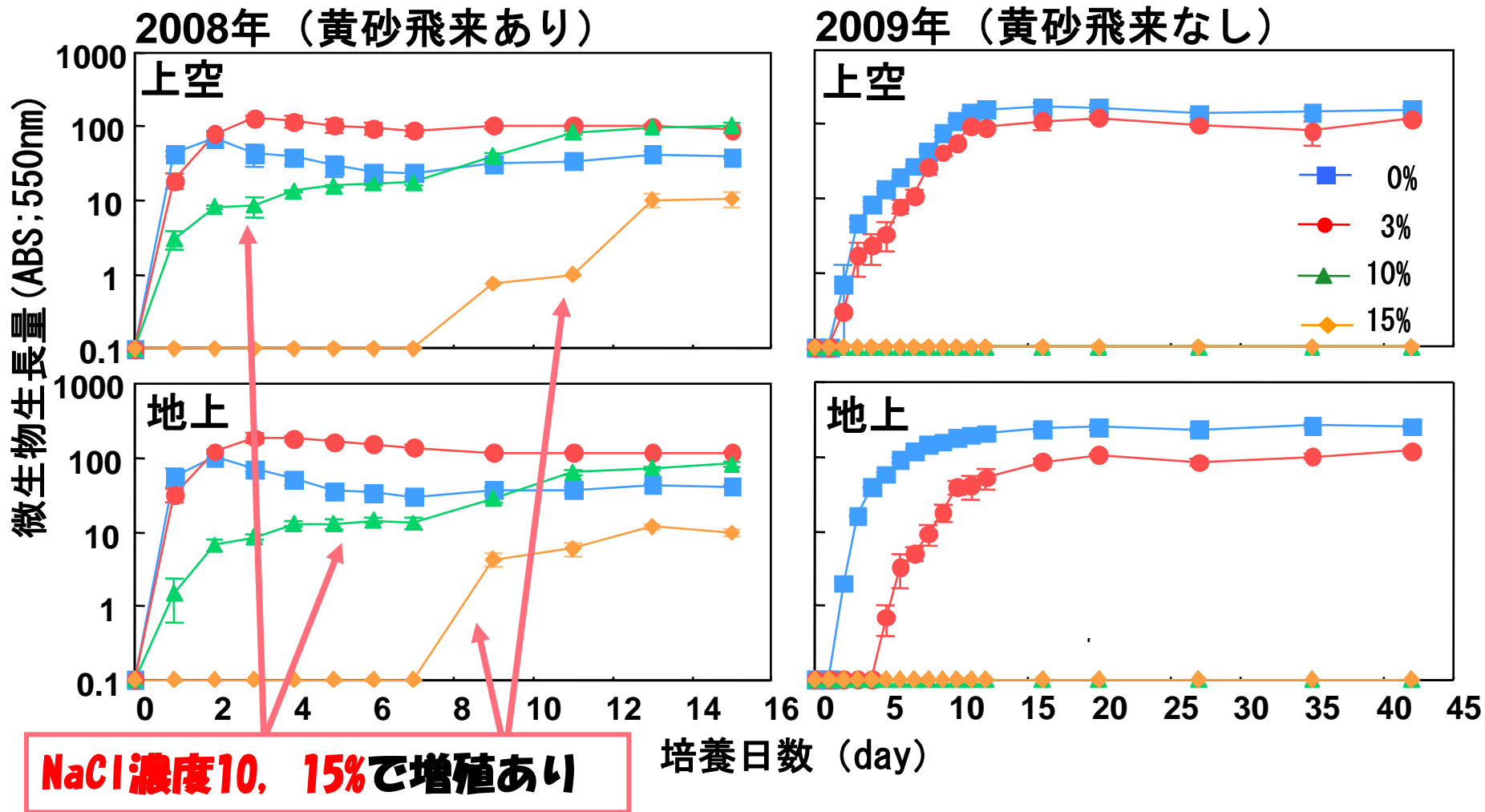
ゲノム

DGGE

ヒイロタケ：
β-グルカン

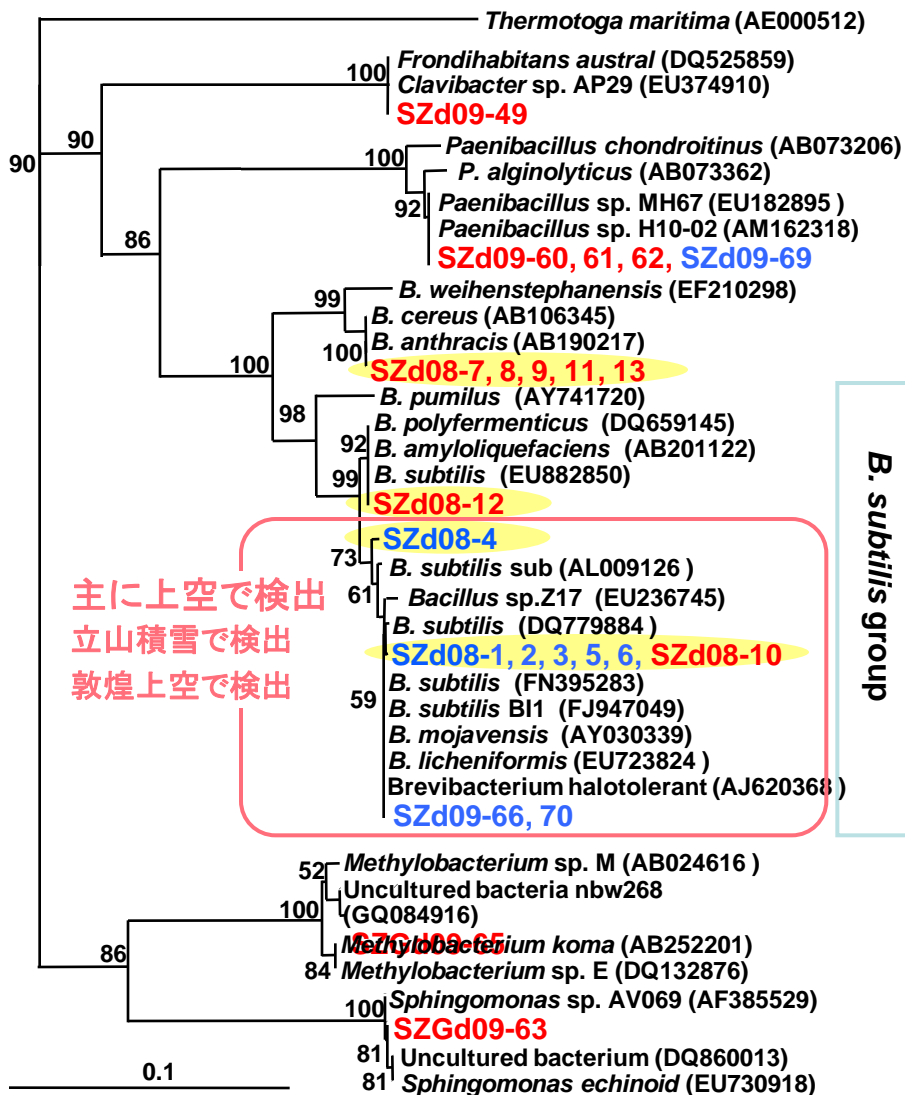


珠洲市で採取したバイオエアロゾル試料の集積培養



黄砂飛来時には強い塩耐性を有する細菌が大気中に生息する。

16S rDNA核酸塩基配列を用いた系統分類学的解析



主に上空で検出
立山積雪で検出
敦煌上空で検出

Gram-positive group

B. subtilis group

Alpha-proteobacteria

黄砂飛来時（2008年）に上空で採取した細菌株の核酸塩基配列は、主に *B. subtilis* group に属した。

黄砂とともに *B. subtilis* group の細菌群が大気中を移送されやすい。

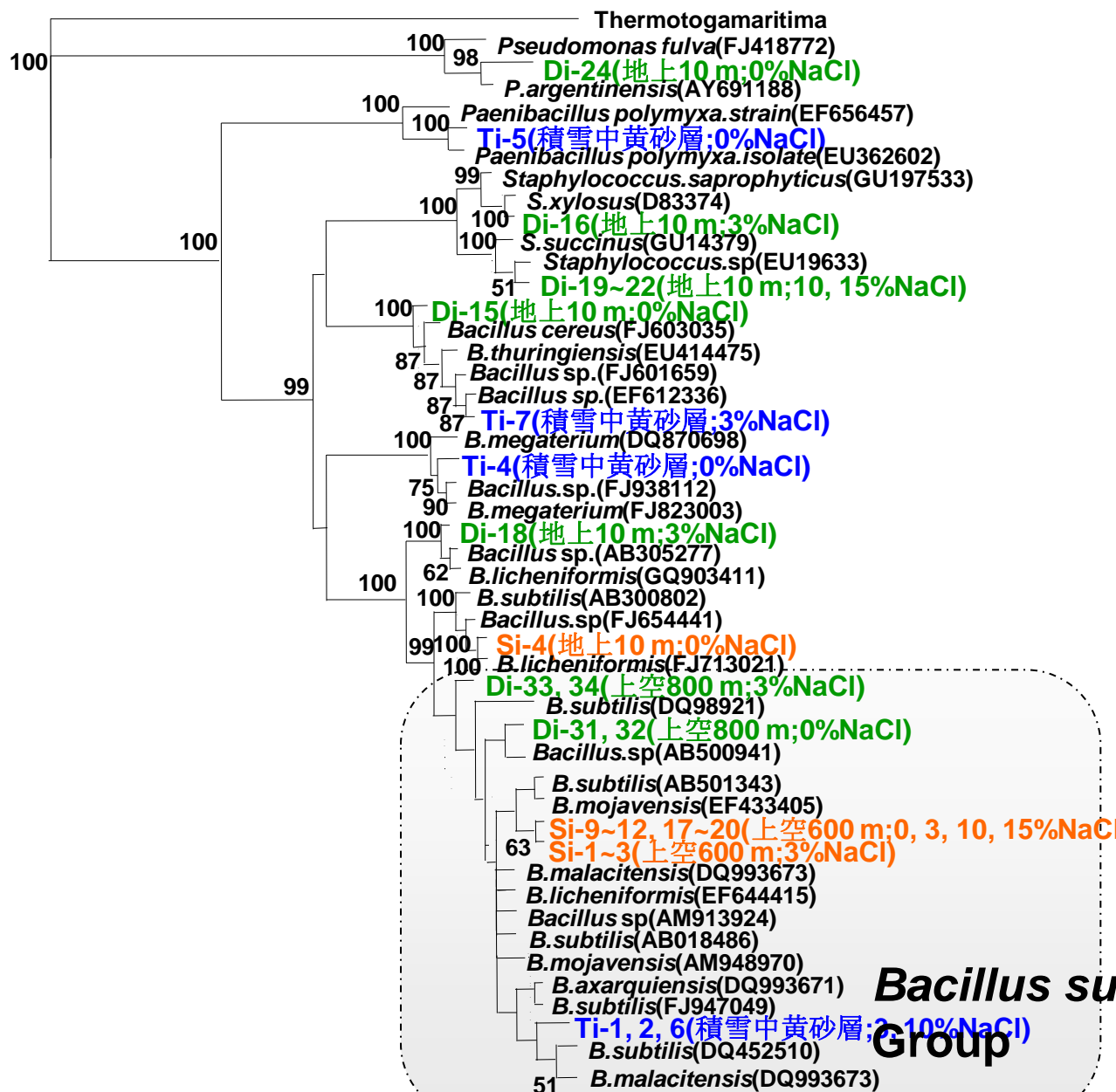
上空の優占種の核酸塩基配列が、地上試料から得られた。

上空の細菌が地上へと下降している可能性がある。

■ 上空試料

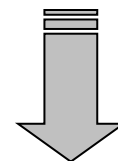
■ 地上試料

Phylogenetic tree based on 16S rDNA sequences



Low G+C Gram-positive group

3地点で検出された細菌がクラスターを形成した



Bacillus subtilis

属を示した細菌株

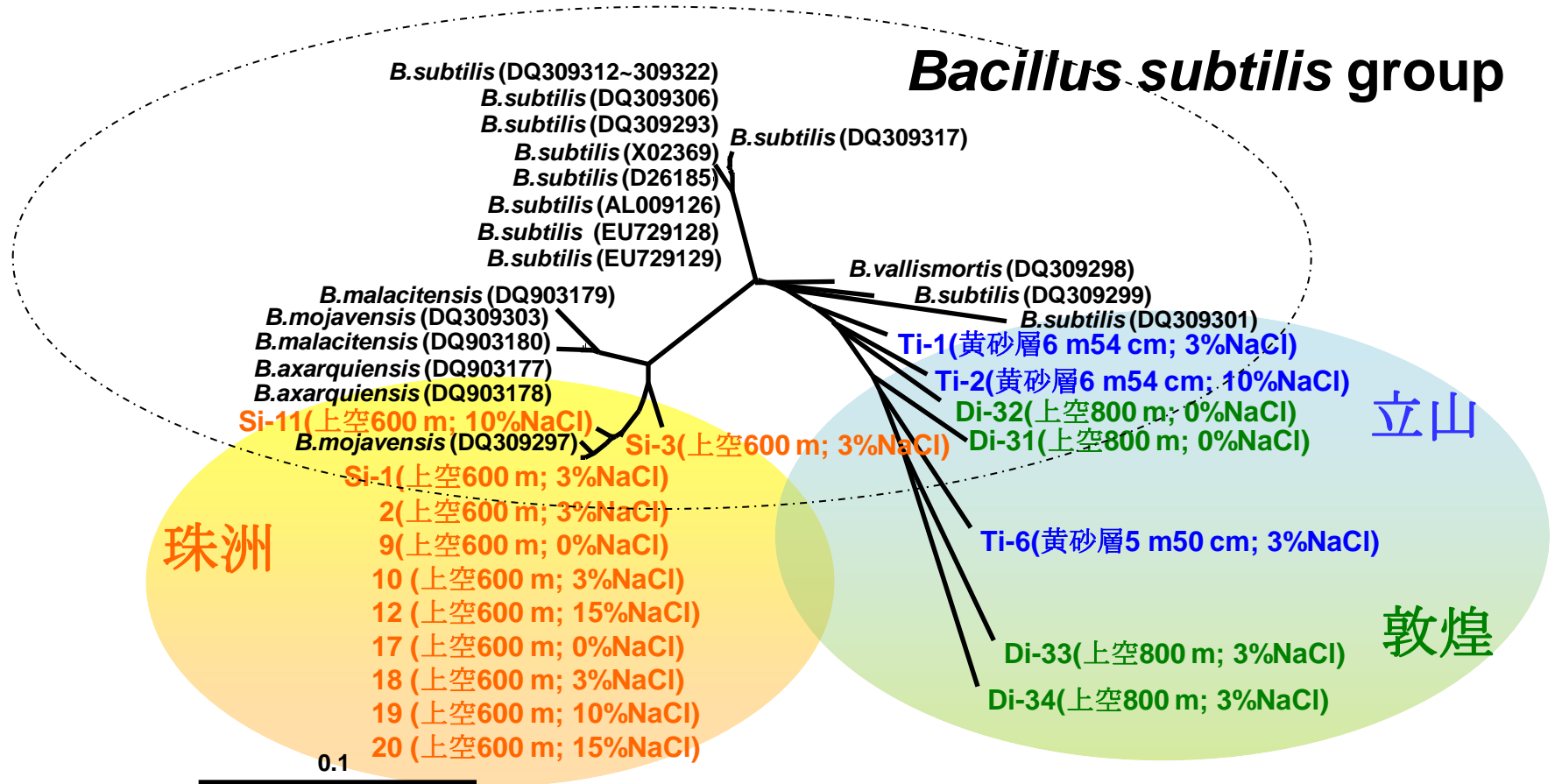
敦煌：4株

珠洲：11株

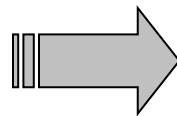
立山：4株

に着目

Phylogenetic tree based on *gyrB* sequences



敦煌上空及び立山積雪試料から分離した *B. subtilis* の *gyrB* 遺伝子の核酸塩基配列は近縁となった。



黄砂によって *B. subtilis* が越境移送している可能性は、極めて高くなった。

まとめてみると

1. バチルス属がしばしば見つかる
2. 黄砂イベント時には大気中の微生物濃度は上昇する
3. 黄砂に微生物が付着した粒子は見つかるが、微生物単独では検出されていない

腐敗、腐食

環境・文化

環境耐性



まちの発酵現場 突撃レポート!



まちのあちこちで発酵現場を突撃レポート。その現場をレポートして、こうしてお届け



MYTACK MYCEL
大豆MYCEL

まちのあちこちで発酵現場を突撃レポート。その現場をレポートして、こうしてお届け

石臼で納豆菌発酵!



まちの発酵現場は、
おもしろいです。



金沢の大地

まちのあちこちで発酵現場を突撃レポート。その現場をレポートして、こうしてお届け

まちのあちこちで発酵現場を突撃レポート。その現場をレポートして、こうしてお届け

まちのあちこちで発酵現場を突撃レポート。その現場をレポートして、こうしてお届け

地元のミニコミ誌に登場した「納豆菌」。試験管を持っているのは牧准教授

この「納豆菌」は、上空3000~4000mで採集された試料中に見つかった。

今後：Si-37でつくった納豆の販売計画

石川県産の素材にこだわった納豆づくり

★ **そらなっとう**

◆ 金沢大学 創基150年
&
● **金城納豆**

能登上空3000メートルの納豆菌でつくったニュータイプの納豆

能登上空3000メートルの菌でつくった新型納豆

★ **スカイなっとう**

石川県産の素材にこだわった納豆づくり

◆ 金沢大学 ↔ ● **金城納豆**

能登上空3000メートルの菌でつくったパラダイムシフト

フロンティア納豆

◆ 金沢大学 ↔ ● **金城納豆**

◀ 石川県産の素材にこだわった納豆づくり ▶

上空3000メートルの納豆菌でつくったパラダイムシフト

★ **大気物理納豆**

◆ 金沢大学
&
● **金城納豆**

石川県産の素材にこだわった納豆づくり

販売場所：生協食堂と購買

値段：一個50円？

目標：3ヶ月で1万個販売

牧先生からです。
「榎のサンバルです」
1/8

地元紙も能登
半島での活動を
報告しております。

事件 首相が究明要求

常任理事国入りに対する願望に
を求む 相が「日本の常任理事 留意している」と述べ
首相は解決に向けた努
を求む 相が「日本の常任理事 留意している」と述べ
首相は解決に向けた努

チベット問題で胡主
席は「今後も話し合い
を続けていく」と明言

女性旅行者 音形の旅行

【カイロ7日共同】
は七日、同国西部マー
リブで日本の女性旅
行者二人が誘拐され、
よる、地元部族に誘
わされたとみられる。
解放交渉が行われて
いるとみられる。

黄砂観測の気球を上げるスタッフ
—珠洲市三崎町小泊



解放交渉中

【カイロ7日共同】
は七日、同国西部マー
リブで日本の女性旅
行者二人が誘拐され、
よる、地元部族に誘
わされたとみられる。
解放交渉が行われて
いるとみられる。

金大、珠洲で気球観測開始

黄砂分析 より高度に

金大フロンティアサ
採取 観測する気球を
イニス機構は七日、
上げた。能登半島に設
置した観測所から、
採取した粒子の大
大里山里海自然学校
で、大粒からの有害物
質などを含んだ黄砂を
下の一環で、今後三
年

4年 探査

▶ 229 ◀

庁は3つの分野から国内候補
を選ぶことにしたんだ。

唯一の団体認定

文化庁の特別委員会が昨年

世界無形遺産



赤い漆を塗られるお椀
—輪島市内の漆師屋
本多隊員
漆くん

「日本の漆文化は世界的にも
優れています。その代表が輪
島塗と言えんです。世界無
形遺産の資格が十分ある。吾
輩、そう確信しています。」

タークホース

「説得力抜群ね。ただ、山
中漆師や金沢漆器、高岡漆器
なども素晴らしいわよ。長
が尋ねると、漆くんは残念芝
うに答えた。「そんなです
けど、文化財指定のハードル
があまりか
らねえぞ
かあ、ちな
に、世界無形

輪島塗は漆の代表格

山から候補選ぶ

山祭の御車山行事などだ。
選定保存技術は石川に「能登
製作修理」があります。この
中に世界無形遺産のタークホ
ースがあるかもしれませんが
よ。
黙って聞いていた本多が口
を開いた。「豆の木音頭」
は文化財になってから、
世界無形遺産は無理ないだ
けど、ふるさとの民謡から
大事にしたいなあ。その心
が大切なんです。消えやすい
無形の財産を守るのが理念な
んですから。今度、その民謡
吾輩に聞かせてくださいよ。
いいとも。なんなら、歌
間にわたり、中国、韓国
の研究者と連携し、飛
来物質が環境や人体に
及ぼす影響を探る。
同機構の岩坂泰信特
任教授らスタッフが全
長四層のビニール製の
係留式気球に、黄砂を
採取したり、粒子の大
きさ、濃度のデータを結
送信する機材などを結
びつけ、上空に上げた。
この日は風が強く、予
定の高度八百五十層以
り低い高度二百五十層
にとどめた。八、九日
にも観測を定する。
10年に成果まとめ
今回の気球打ち上げ
は、里山里海自然学校
（珠洲市）、環里海
環境研究センター
（能登町）、大気観測
所（輪島市）で構成す
る金大「能登スーパ
ー」の実験始動で、
今後はシンポジウムな
ども開き、二〇二〇
（平成三十二年）に成
果を取りまとめる。岩

能登を見る目

古代

対大陸交流
対日本海域交流

中世

中世商人の登場
津、浦の発展
中世権威の確立(気比神人の活動)

初期豪商の登場

近世

中世権威の没落と戦国大名等の権威の登場
日本海側の海外交易の拡大

近・現代

明治政府主導の政策の影響
江戸晩期から急発展し戦後急速に没落する日本海交易網

新しい価値を模索する時期が続いている
過疎、低迷する一次産業、高齢化、限界集落

日本海
の価値
と深く連動

欧米でも砂塵と 微生物の長距離 輸送を……

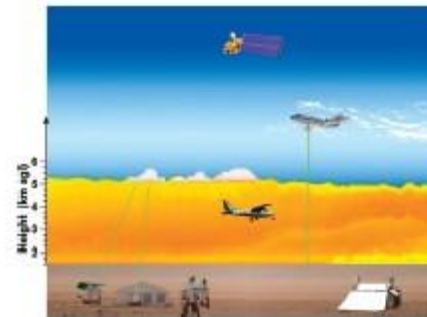
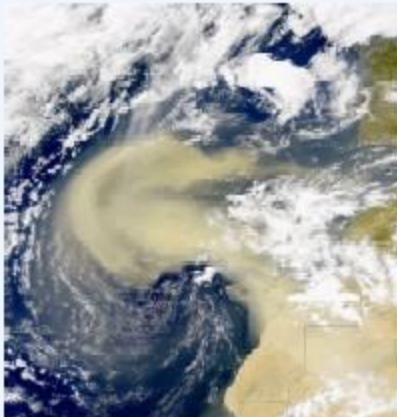


Fig. 2. Schematic overview of the SAMUM-1 experiment with the MISR satellite system, Falcone, and Partenavia aircraft (top to bottom), lidar stations at Ouassane airport (left-hand side), and Zagouan station (right-hand side). The dust layer reaching up to 5 km (cf. left scale) is visualized by a measured lidar backscatter time/height profile.

SAMUM: Saharan Mineral Dust Experiment*

<https://www.tropos.de/samum/>

Jost Heintzenberg (speaker, IFT) and the
SAMUM consortium



Motivation

- The Sahara is the most important source of desert dust on a global scale
- A contribution of up to 10% of the total globally emitted annual amount of mineral dust has been estimated as anthropogenic
- The mixture of mineral matter from soil erosion plus significant contributions of sulfur, nitrogen compounds, soot from combustion sources, and particulate matter from the biosphere causing a significant impact on the atmospheric radiation field.
- The magnitude and even the sign of the direct radiative dust forcing is uncertain. It depends on the optical properties of dust, its vertical distribution, cloud cover, and the albedo of the underlying surface.
- Strong columnar aerosol mass loadings, which are frequently observed over deserts and during long-range transport of dust outbreaks, cause warming of layers aloft and thus changes of the atmospheric stability.
- To date no weather model includes any feedback between these strong diabatic heating rates and atmospheric dynamics. A magnitude of direct mineral dust forcing of about -0.5 Wm^{-2} to 0.5 Wm^{-2} is discussed and thus indicates global significance
- The presence of dust may alter cloudoptical properties by changing the number of cloud condensation or ice nuclei

武運つたなく落選した科研の
申請書の図

バイオエアロゾルの長距離輸送の可能性

微生物は輸送中に様々なストレスを受ける

輸送域

社会的関心が高い生態や人への影響

航空機、船舶、山岳、地上観測網を駆使した観測

砂漠・乾燥・日射など劣悪環境下での
生存と自由対流圏までの巻き上がり

気球観測を多用した
タクラマカン砂漠現地観測

発生域

形態、生理性状
塩基配列、DNA解析
同定
長距離と変化・変質
黄砂との混合状態
気象場の解析

影響(沈降、沈着)域

黄砂バイオエアロゾルの発
生プロセス

長距離輸送中に受ける微生物
物のストレス
長距離輸送する黄砂バイオ
エアロゾルの大気・気候影響

農業や健康への影響
防疫のあり方・国際関係
生命史・地球史

**ご清聴
ありがとうございました**