

# 「氷壁」ナイロンザイルの科学的調査 によって明らかになった59年前の真実

製品安全センター

長田 敏

# I 「氷壁」ナイロンザイルの事故

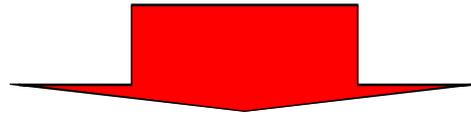
本資料の写真は、「登山家 石岡繁雄の一生」のホームページ(※)に掲載されているものを一部利用させていただいております。

(※) <http://www.geocities.jp/shigeoishioka/>

本資料の文章は、「石岡繁雄が語る氷壁・ナイロンザイル事件の真実」を引用させていただいております。

# 1 「ザイル」とは？

日本の登山界では、岩壁を登る時に命綱にするロープのことをドイツ語のザイルという言葉そのまま使っていた。



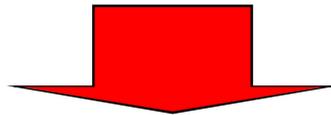
広辞苑

ザイル 【Seil ドイツ】 登山用の綱。ロープ



## 2 昭和29年 ナイロンザイルの使用が始まる

昭和29年ごろから、ナイロンザイルが出回り始めた。強度が麻ザイルに比して数倍強いとされていた。これまで、岩壁登攀(とうはん)に使用されていた麻ザイルに比べて軽く柔らかく、雨で濡れても重くならないなど取り扱いが楽であるため使用されるようになっていった。



昭和29年12月28日、登山パーティの8ミリのナイロンザイルが明神岳で切断した。

### 3 昭和30年1月 ナイロンザイル切断の事故

昭和30年1月2日、岩稜会パーティの1人（石岡繁雄氏の実弟）が、1トン以上の力で引っ張っても切れないとされていたナイロンザイルで、厳寒の北アルプス・前穂高岳東壁を登攀中滑落。従来の麻ザイルでは考えられない条件で切断。これによって、転落死亡した。



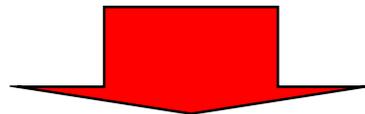
市立大町山岳博物館所蔵の事故品のナイロンザイル

昭和30年1月の事件直後、石岡繁雄氏は、前穂高の岩角で切れたザイルと、岩稜会員の証言から、次のような仮説を立てた。

「麻ザイルよりも強く、1トンの重さにも耐える」とされ、諸外国でも使われているナイロンザイルではあるが、「鋭いエッジの岩角には意外に弱いのではないか」

## 4 昭和30年1月末 事故の検証

昭和30年1月末から石岡繁雄氏は、自らの仮説を、木製架台などで行った実験によって検証した。



1月末には、「直径8ミリのナイロンザイルは、90度の岩角を支点に、60キロの重量がかかり、約50センチ落下すると切断する。命綱に使うと、自然の岩角でも切れるから危険」との結論を得た。

昭和30年9月1日、松の木にてナイロンザイル実験を再度行った。

## 5 事業者による公開実験から ナイロン・ザイル事件終止符声明までの経緯

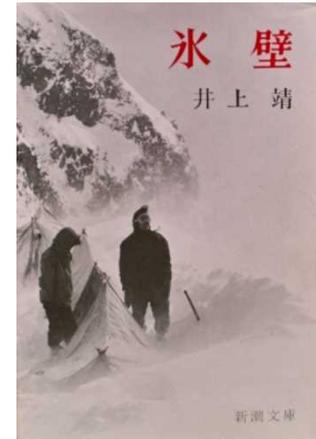
○昭和30年4月29日、事業者による公開実験ではナイロンザイルは切れなかった。

○昭和30年7月28日、事業者が約50人の学者を集めて「ナイロンザイルは切れない」ことを説明した。多くの山岳関係者などが「ナイロンザイルは切れない」と論評を始めた。

○昭和31年7月1日、岩稜会は冊子「ナイロン・ザイル事件」を作製し、山岳関係者や出版社などに送付した。

○昭和32年、ナイロンザイルの事故を題材にした小説「氷壁」が刊行された。

○昭和34年8月30日、岩稜会は、主張は実質的に認められたと判断して、「ナイロン・ザイル事件に終止符を打つに際しての声明」を発表した。



## 6 活動再開から対抗実験までの経緯

○しかし、終止符宣言後も、依然としてナイロンザイルの岩角に対する弱点は放置され、転落事故が後をたたなかった。

○昭和46年、石岡繁雄氏ら岩稜会は、事業者へナイロンザイルの危険性を表示させることなどの活動を再開した。

○昭和48年3月11日、石岡繁雄氏らは、岩角に面取りをつけない、ザイルの対抗実験を、鈴鹿高専において行い公開した。



## 7 消費生活用製品安全法制定・施行

○昭和48年6月、消費生活用製品安全法制定。

○昭和49年3月、消費生活用製品安全法が施行。特定製品には政府認証制度が適用され、安全基準に適合したものの以外は販売できないことになった。

○昭和49年10月、事故情報収集制度発足。

○昭和50年6月、特定製品に登山用ロープが追加され、世界初の登山用ロープの安全基準が作られた。

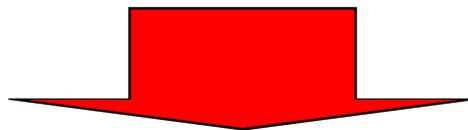


## Ⅱ 最新設備による科学的調査の結果

～事故品ザイルの科学的調査から得られた教訓～

# 1 平成26年4月 ザイルの科学的調査を実施

平成26年4月、59年前に前穂高の岩場で切断事故を起こしたザイルを、市立大町山岳博物館などからお借りし、石岡先生が主張されている剪断破壊の痕跡が残っているか、科学的調査を実施した。



## 科学的調査の概要

- |          |                        |
|----------|------------------------|
| 1. 素材の確認 |                        |
| 2. 材質分析  | フーリエ変換型赤外分光光度計 (FT-IR) |
| 3. 粘弾性分析 | 動的粘弾性測定 (DMA)          |
| 4. 融点分析  | 示差走査熱量測定 (DSC)         |
| 5. 形状観察  | 電子顕微鏡、マイクロスコープ         |

## 2 平成26年4月 ザイルの素材の確認

平成26年4月、試験品(石岡先生のご息女からお借りしたザイル)と比較品(現在市販されているナイロンザイル)の素材を比較した。

### 素材の確認の結果

#### (1)試験品(事故品ザイル)

(種類)三つ打ロープ

(ロープ直径)8mm(公称)

(ストランド)3本

(ヤーン)34本(ファイバー数各約180本)

(ファイバー)約18,000本

(ファイバー直径)44  $\mu\text{m}$

#### (2)比較品(現在市販されているナイロンザイル)

(種類)ダブルロープ

(ロープ直径)8.3mm(表示)

(ストランド)7本

(ヤーン)3本(ファイバー数各約1,000本)

(ファイバー)約21,000本

(ファイバー直径)直径約30  $\mu\text{m}$

(その他)撥水加工あり

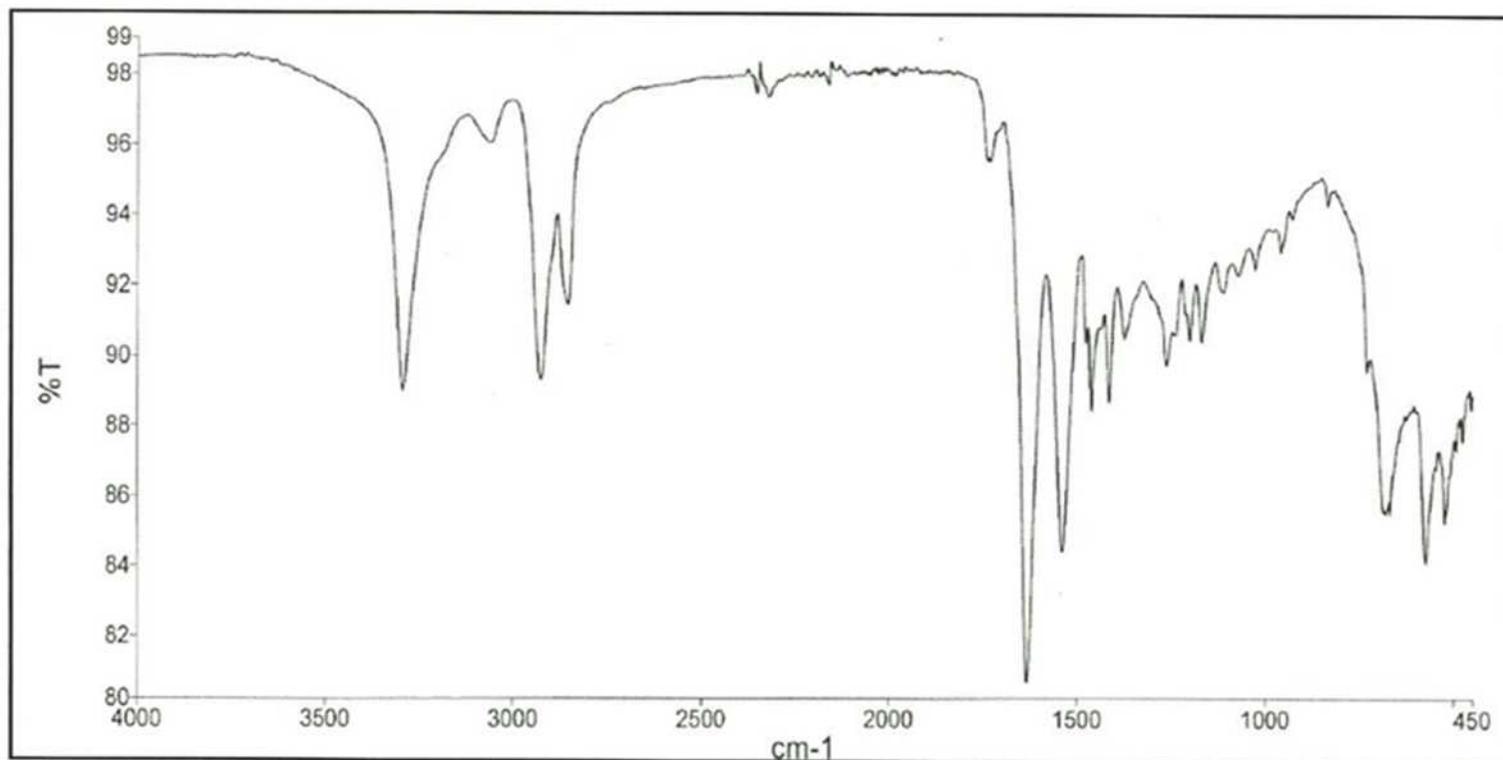
品名	試験品	比較品
事業者	製造 輸入	
種類	三つ打ロープ	ダブルロープ
ロープ直径	8mm(公称)	8.3mm(表示)
構造	ストランド 3本	7本
ヤーン	34本(ファイバー数各約180本)	3本(ファイバー数各約1,000本)
ファイバー	約18,000本 ファイバー直径約44 $\mu\text{m}$	約21,000本 ファイバー直径約30 $\mu\text{m}$
外皮の打数		22打
その他		撥水加工あり

### 3 平成26年4月 事故品ザイルの材質分析

平成26年4月、事故品ザイルの材質分析をフーリエ変換型赤外分光光度計 (FT-IR) によって行った。

2014.4.7 NITE作成

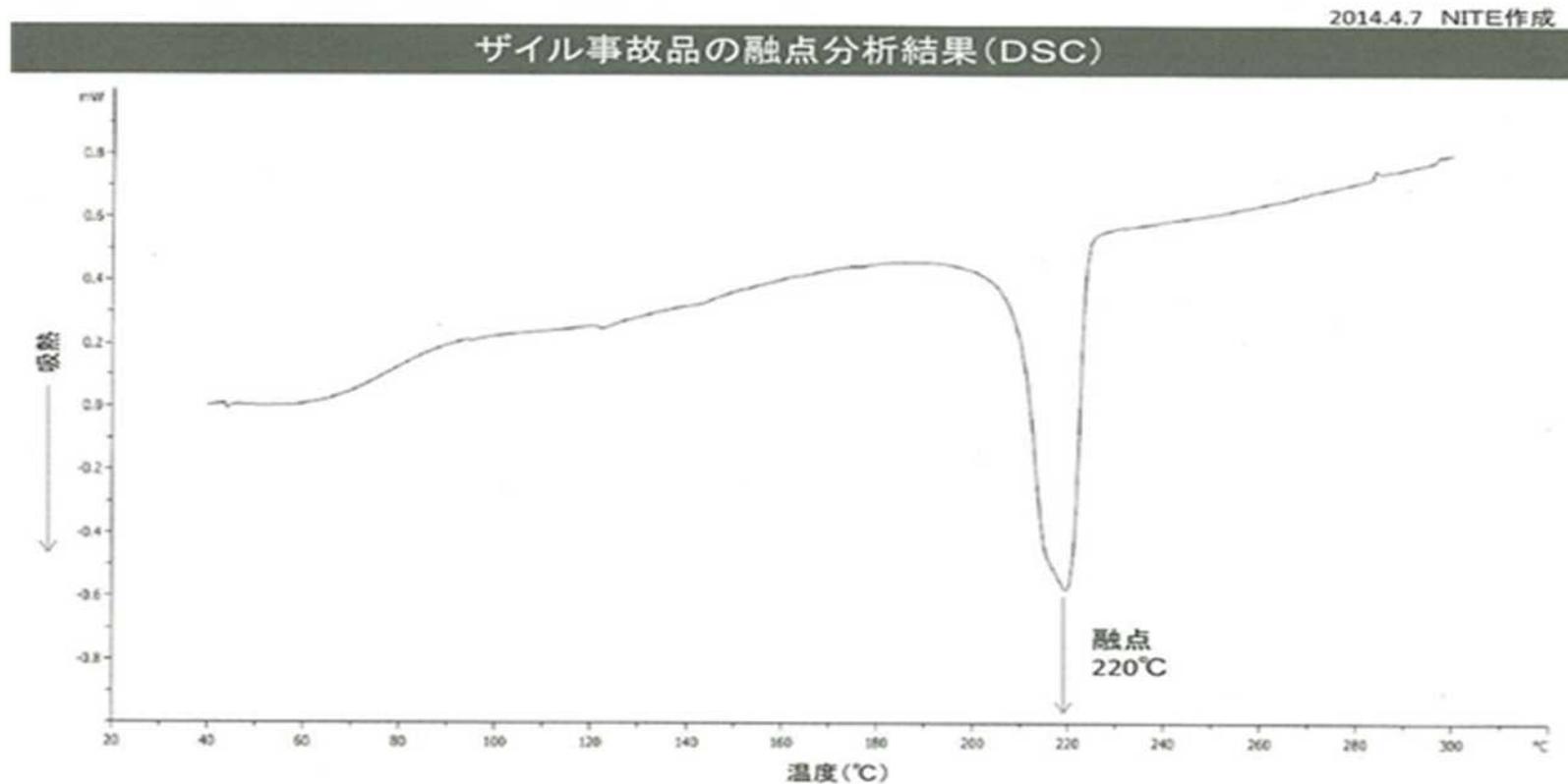
ザイル事故品の材質分析結果 (FT-IR)



- ・事故品は、ポリアミド(ナイロン)と推定される。
- ・事故品は、ほとんど劣化していないと推定される。

## 4 平成26年4月 事故品ザイルの融点分析

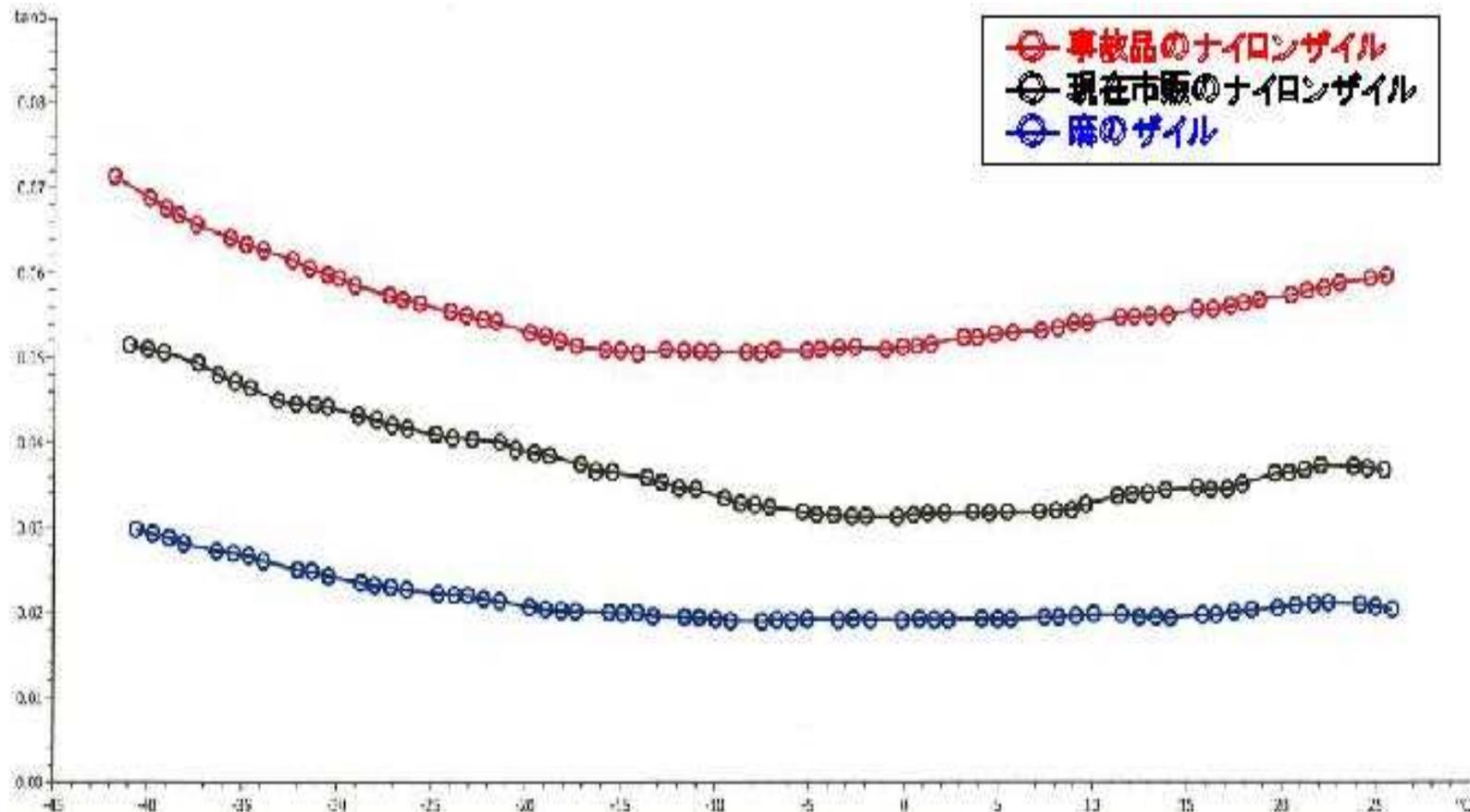
平成26年4月、事故品ザイルの融点分析を示差走査熱量測定(DSC)によって行った。



事故品は、融点が220°Cなのでナイロン6と推定される。

## 5 平成26年4月 粘弾性分析の比較

平成26年4月、事故品ザイル、現在市販されているナイロンザイル、麻ザイルを動的粘弾性測定(DMA)によって行った。



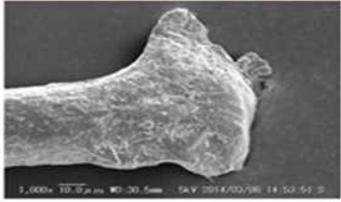
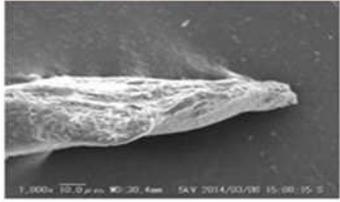
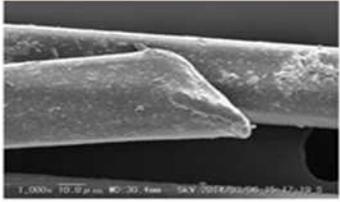
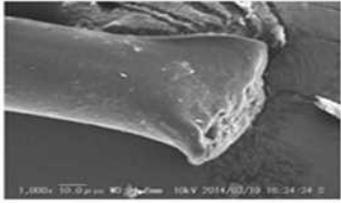
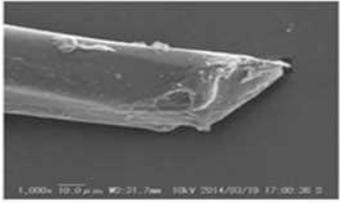
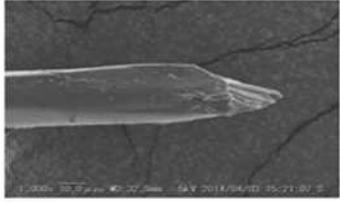
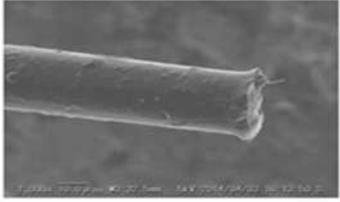
事故品ザイルは、現在市販されているナイロンザイル及び麻ザイルに比べて変形による発熱特性(tan δ 値)が大きいことから、摩擦など瞬間的な変形に対して耐久面で不利であると推定される。

## 6 平成26年4月 ザイル切断破面の形状観察

平成26年4月、事故品ザイルと現在市販されているナイロンザイルの切断破面の形状を電子顕微鏡によって観察した。

2014.4.14 NITE作成

### ザイル切断破面の電子顕微鏡観察結果

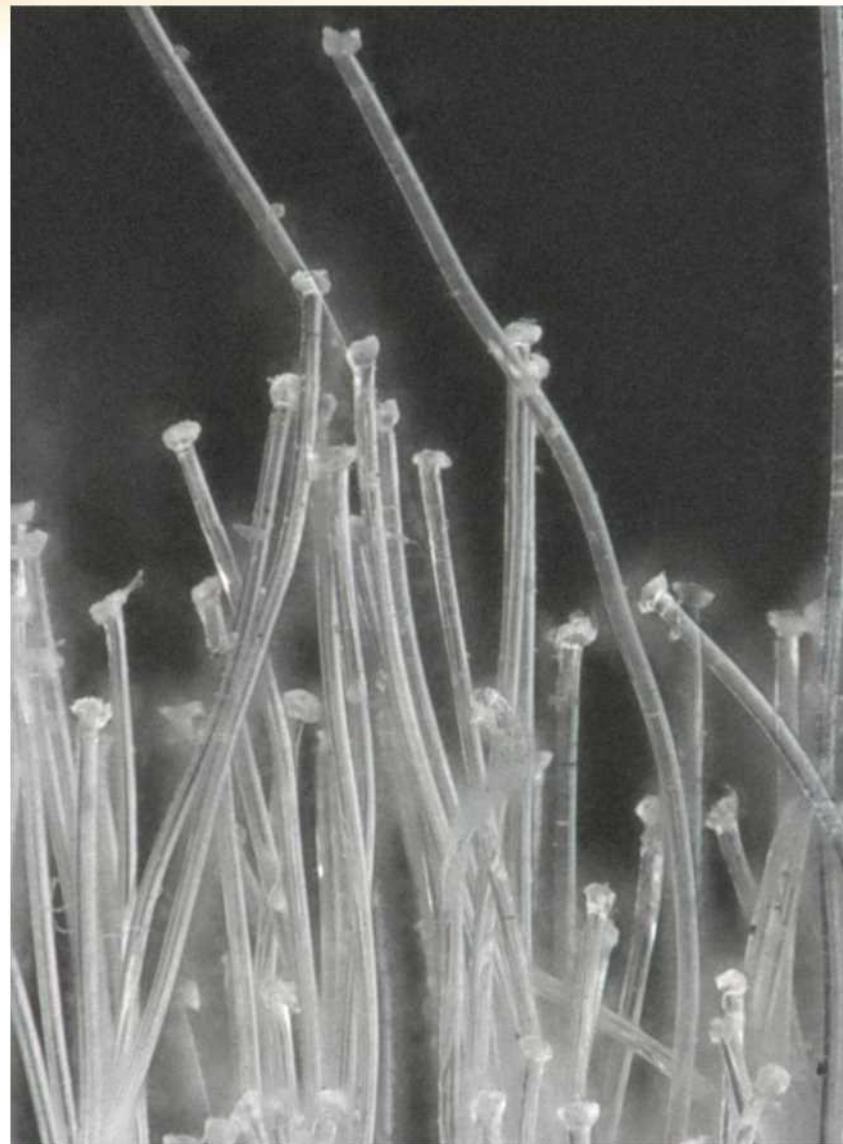
破壊形態	せん断破壊	延性破壊	脆性破壊
事故品ザイルの破面 (当時の切断部)	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.5mm 5kV 2014/03/06 14:50:54.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.4mm 5kV 2014/03/06 15:08:05.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.4mm 5kV 2014/03/06 15:12:13.0</small>
事故品ザイルの破面 (せん断試験後)	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.4mm 10kV 2014/03/19 16:24:24.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.5mm 10kV 2014/03/19 17:02:23.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:21.7mm 10kV 2014/03/19 17:00:36.0</small>
現在市販されている ザイルの破面 (せん断試験後)	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.5mm 5kV 2014/03/06 15:44:36.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:30.7mm 5kV 2014/04/02 16:21:07.0</small>	 <small>1,000x 10.0µm WD:27.1mm 5kV 2014/04/02 16:10:10.0</small>

- ・事故品ザイルは、せん断破壊と延性破壊および脆性破壊が混在している。
- ・事故品および現在市販のザイルによるせん断試験後の破面も、事故品当時の切断部と同じで三種類の破壊が混在している。

## 7 平成26年4月 事故品ザイル切断破面の形状観察

平成26年4月、事故品ザイルの切断破面の形状をマイクロスコープによって観察した。

ザイルに剪断力が働き切断した場合に生じる水玉形状をはじめ(剪断破壊)、同時に発生する延性破壊、脆性破壊が、市立大町山岳博物館からお借りしたザイルの切断破面からも観察されたことから、石岡先生が主張されているとおり、岩角での剪断力がザイルに働き切断したものと考えられる。



## 8 得られた教訓

### ◆事故品ザイルの科学的調査から得られた教訓

- ・科学的知見、データに基づく判断  
現場での詳細な計測、糸くず等の回収
  - ・いかなる時も中立・公正  
あくまでも客観的なデータを基に議論
  - ・原因究明のための技術力向上の弛まぬ努力  
自ら実験施設を作られて、幾度も実験を繰り返し、  
また改良を重ねる
  - ・最終目的は組織のためではなく世の中のため  
法律に反映  
道具や安全装置の開発、提案
- ・・・たかがザイル、されどザイル、今こそ学ぶべき・・・

ご清聴ありがとうございました