

東京都における 地下水流動調査

東京都環境科学研究所 環境資源研究科 朝倉広子

発表内容

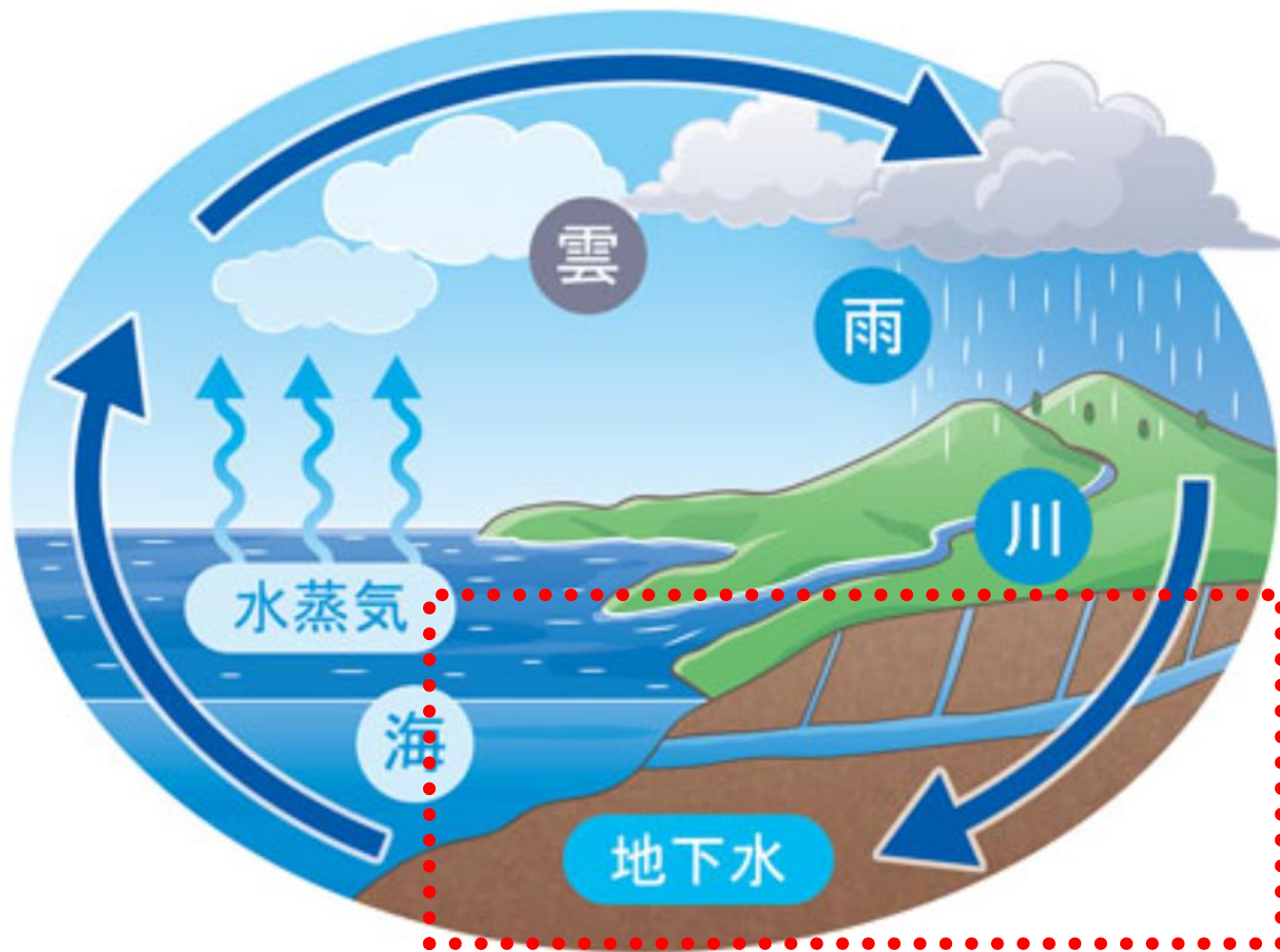
1. 地下水について

2. 地下水流動の調査方法について

3. 東京の地下水流動調査について

1. 地下水について

地下水はどこから来て、どこへ行くのか？



1. 地下水について

東京の地下の構造

山地 丘陵 台地 低地

帯水層：地下水流路
(流速 数m～数100m/年)

西

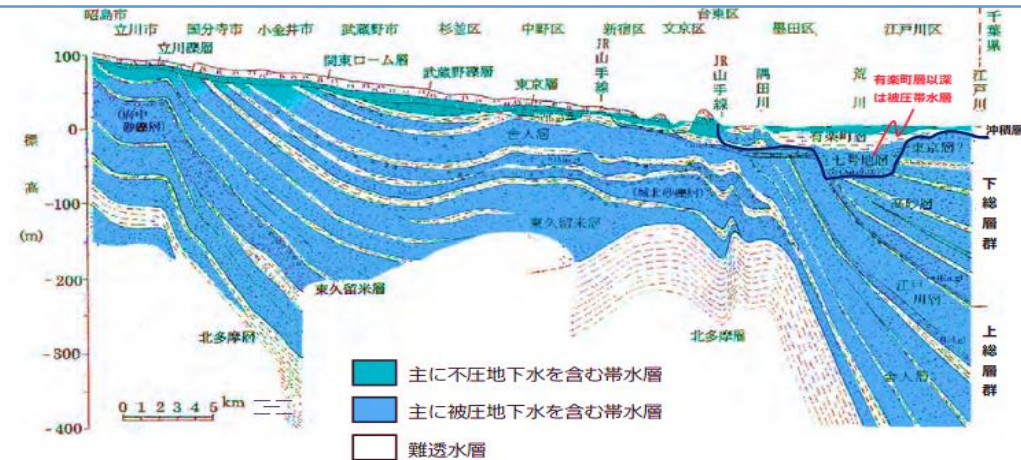


図 5-4 武蔵野台地～東京低地における帯水層区分の概念図

遠藤毅「東京における深層地下水の研究-地下水利用の今後に向けて-」(2010)^[2]より引用、一部着色・加筆

全体として地層が西（多摩台地部）から東（区部低地部）に傾いている。

1. 地下水について

東京の地下水の問題

地下水・湧水

身近な水源として生活用水や工業用水等に利用

高度経済成長期の過剰な地下水揚水

水循環の
バランスが崩れた

⇒ 地下水位の低下

⇒ 地盤沈下の発生 (最大累積地盤沈下量 4.5 m)
1952-1962江東区内河川4度護岸のかさ上げ

地下水揚水の規制

1. 地下水について

現在の東京の地下水

- 現在、地下水位が回復し地盤沈下も沈静化しているが、また大規模揚水すれば地盤沈下再発の可能性はある。
- 一方、近年、全国的に地下水の保全と適正利用が望まれている。

「水循環基本法」 R3.6月改正

[地下水の適正な保全及び利用に関する施策]

⇒地下水に関する調査等による情報収集の努力義務

東京では、どこでどの程度揚水すると、どここの地下水位が下がるのか、わかっていない。

東京都環境科学研究所では、筑波大学と共同で地下水流動系の解明に取り組んでいる。

発表内容

1. 地下水について

2. 地下水流動の調査方法について

3. 東京の地下水流動調査について

2. 地下水流動の調査方法について

地下水流動とは、**水が**

どこで地下へ
しみこみ
(涵養され)

どのくらい
の時間を
かけて

どこを流れて

どこで湧出
しているか

涵養域

滞留時間

流動経路

流出域

目的

東京の地下水における涵養、流動、流出の
プロセス解明

2. 地下水流動の調査方法について

地下水の流れは直接見るできないため、様々な研究手法を用いて地下水流動を調査する必要がある

代表的な調査方法⇒トレーサーを用いた調査

地下水流動を把握するための
微量成分や同位体等

地下水流動でよく用いられるトレーサー

酸素水素
安定同位体比

六フッ化硫黄

主要イオン

涵養域

滞留時間

流動経路

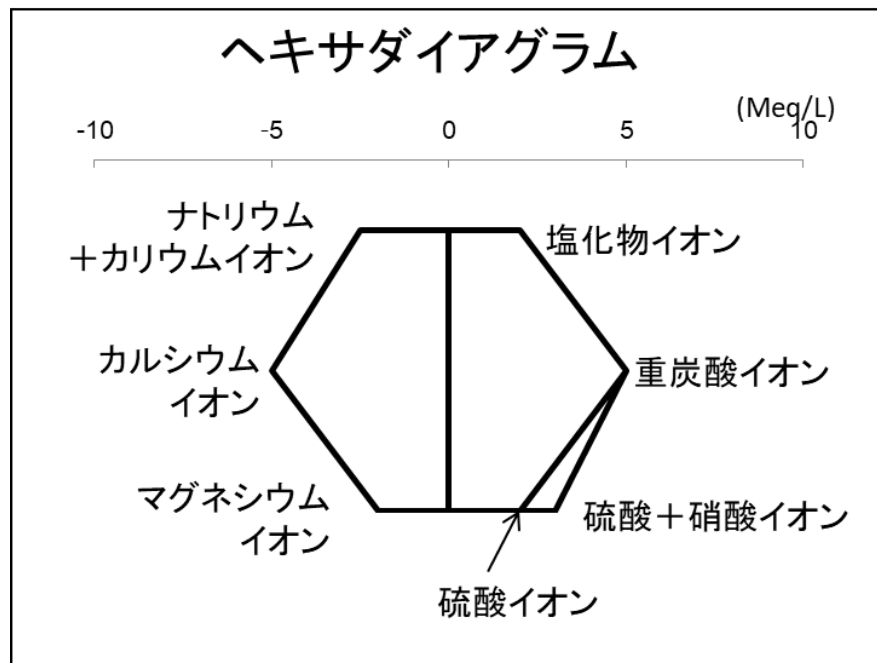
流出域

2. 地下水流動の調査方法について 主要イオン

水中に溶け込む主要な
無機イオン濃度を測定

それらの濃度や
イオンバランスにより
水質型を分類
(ヘキサダイアグラム)

水の起源や
流動経路を推定



ヘキサダイアグラム：
陽イオンと陰イオンを左右
の濃度軸にプロットした図

⇒水質型と濃度を合わせて
視覚化

2. 地下水流動の調査方法について 主要イオン

ヘキサダイアグラムの標準的な水質型

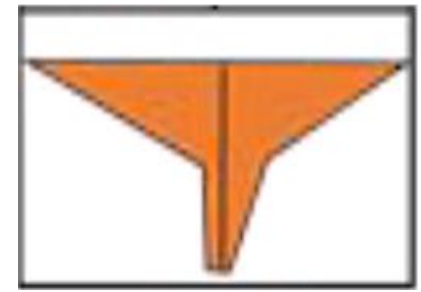
カルシウム
重炭酸型



ナトリウム
重炭酸型



塩化ナトリウム型



新しい地下水に
よくみられる型

古い地下水に
よくみられる型

海水が混入した
地下水に
よくみられる型

濃度が
低い

⇒水質型の違いから、地下水の起源や流動経路を推定

2. 地下水流動の調査方法について

酸素水素安定同位体比

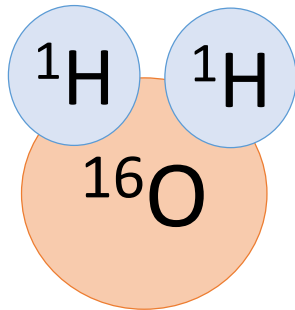
水素原子と酸素原子から構成される水分子の各々の**同位体**を測定

水素と酸素の同位体比を降水の同位体比や既往研究と比較

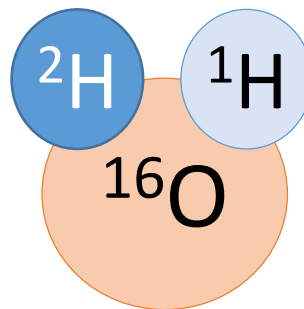
地下水の起源となる降水の涵養標高を推定

同位体：重さの異なる原子

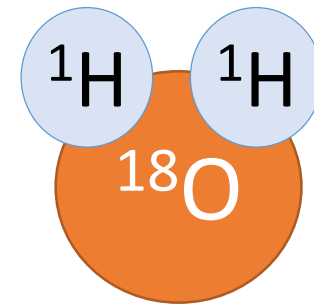
水分子には、通常よりも重い水素原子と酸素原子がわずかに存在する。



通常の水分子



水素原子が重い水分子

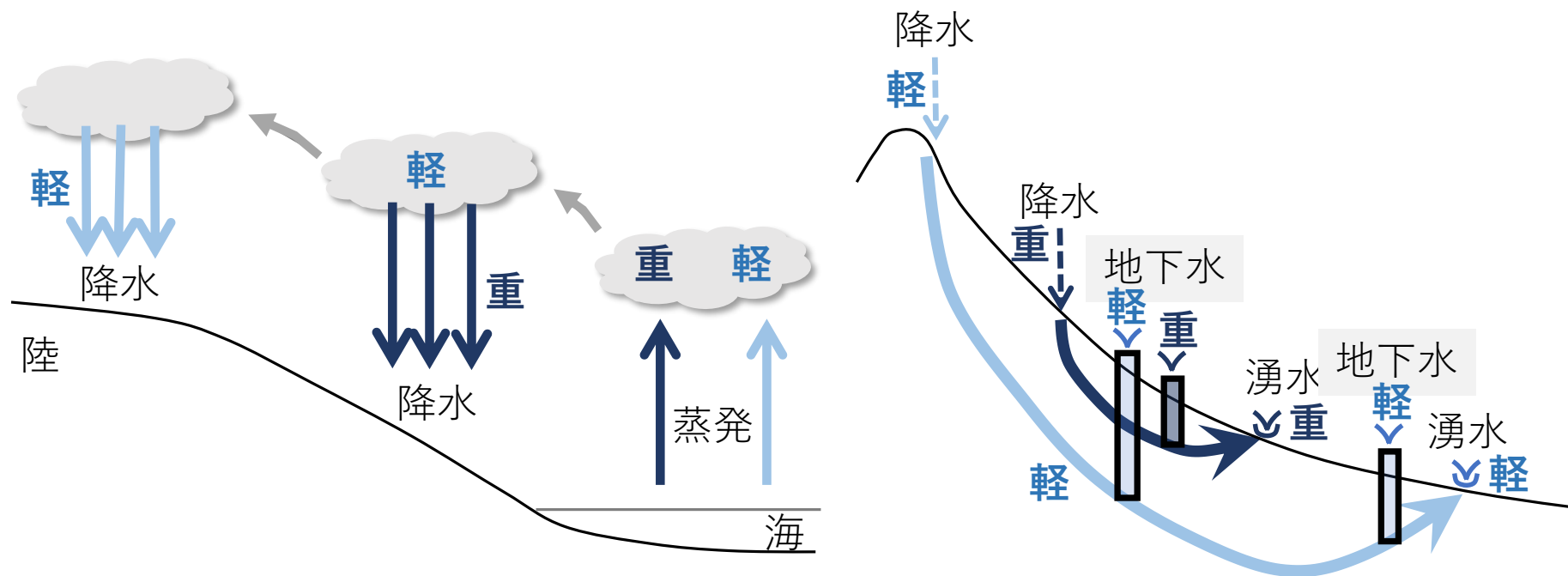


酸素原子が重い水分子

水の同位体比は、海水の同位体比を標準として算出する。
海水の同位体比が一番重い。

2. 地下水流動の調査方法について 酸素水素安定同位体比

水の循環過程にともなう安定同位体比の変化



⇒ 重さの違いを利用して、地下水の涵養源の標高を推定

2. 地下水流動の調査方法について 六フッ化硫黄

地下水の
六フッ化硫黄濃度
を測定

地下水の濃度
から涵養時の
大気濃度を換算

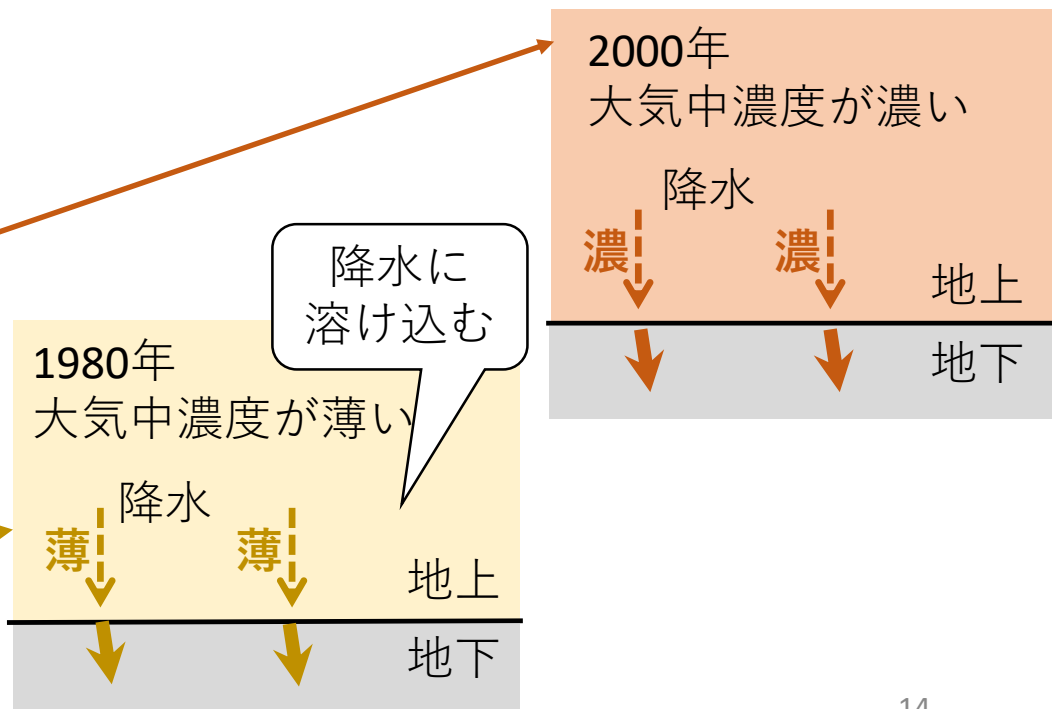
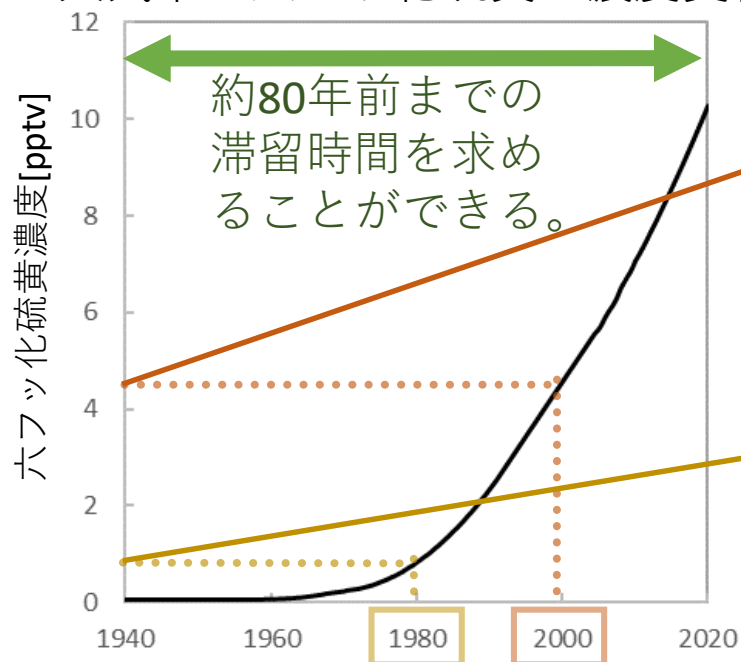
大気中の
推移グラフから
涵養年代を算出

滞留時間を
求める

年代による六フッ化硫黄の濃度変化

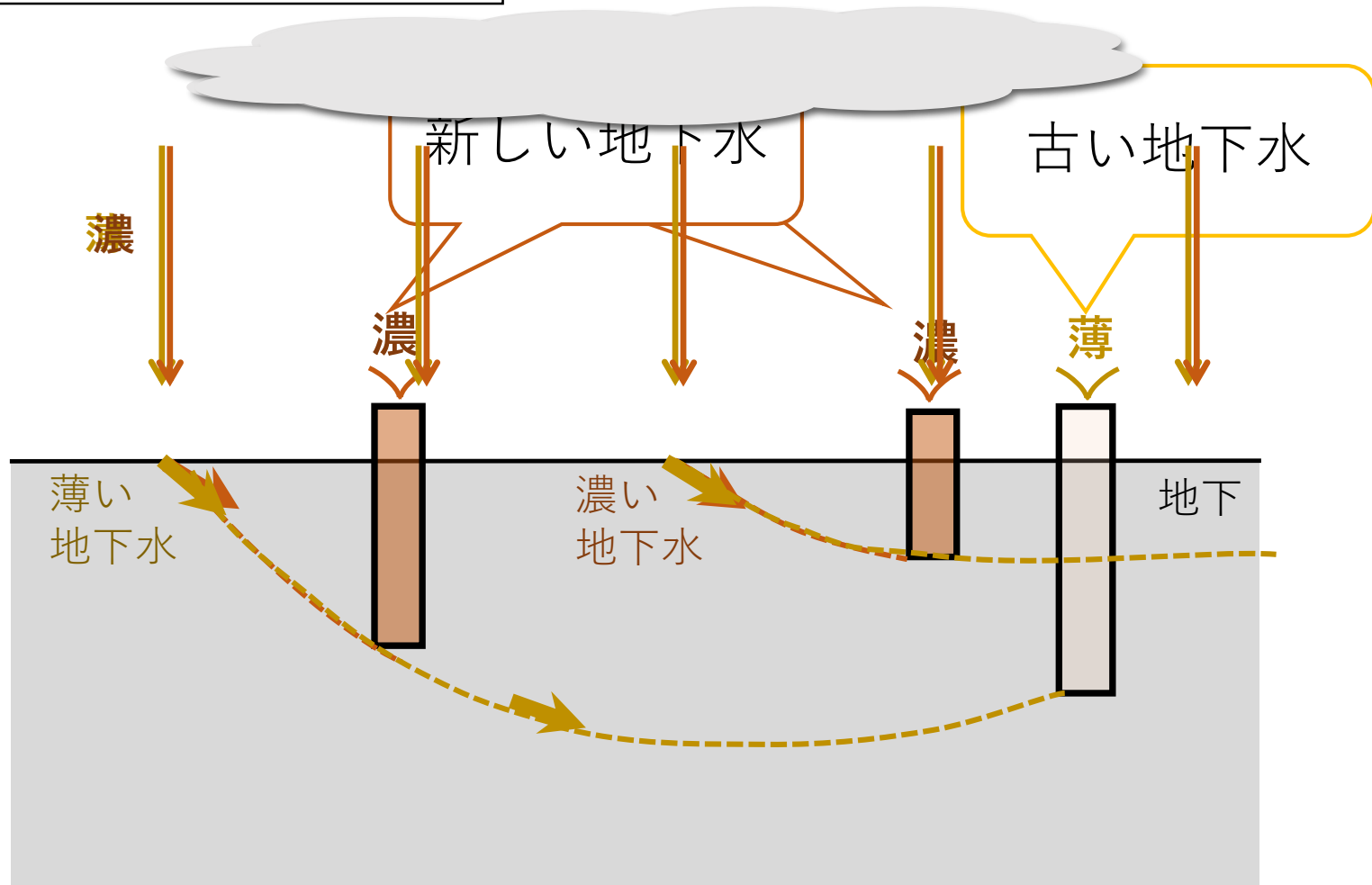
大気中の六フッ化硫黄濃度は人の活動により、年々上昇している

大気中の六フッ化硫黄の濃度変化



2. 地下水流動の調査方法について 六フッ化硫黄

六フッ化硫黄と滞留時間



発表内容

1. 地下水について
2. 地下水流動の調査方法について
3. 東京の地下水流動調査について

3. 東京の地下水流動調査について

調査井戸の選定

地下水(井戸水)の採水

トレーサーの測定

- ・ 主要イオン
- ・ 酸素水素安定同位体比
- ・ 六フッ化硫黄

水の起源や流動経路を推定

3. 東京の地下水流動調査について

調査井戸の選定

都内全域に設置されている
水位観測用の井戸等

東京都土木技術支援・人材育成センター観測井

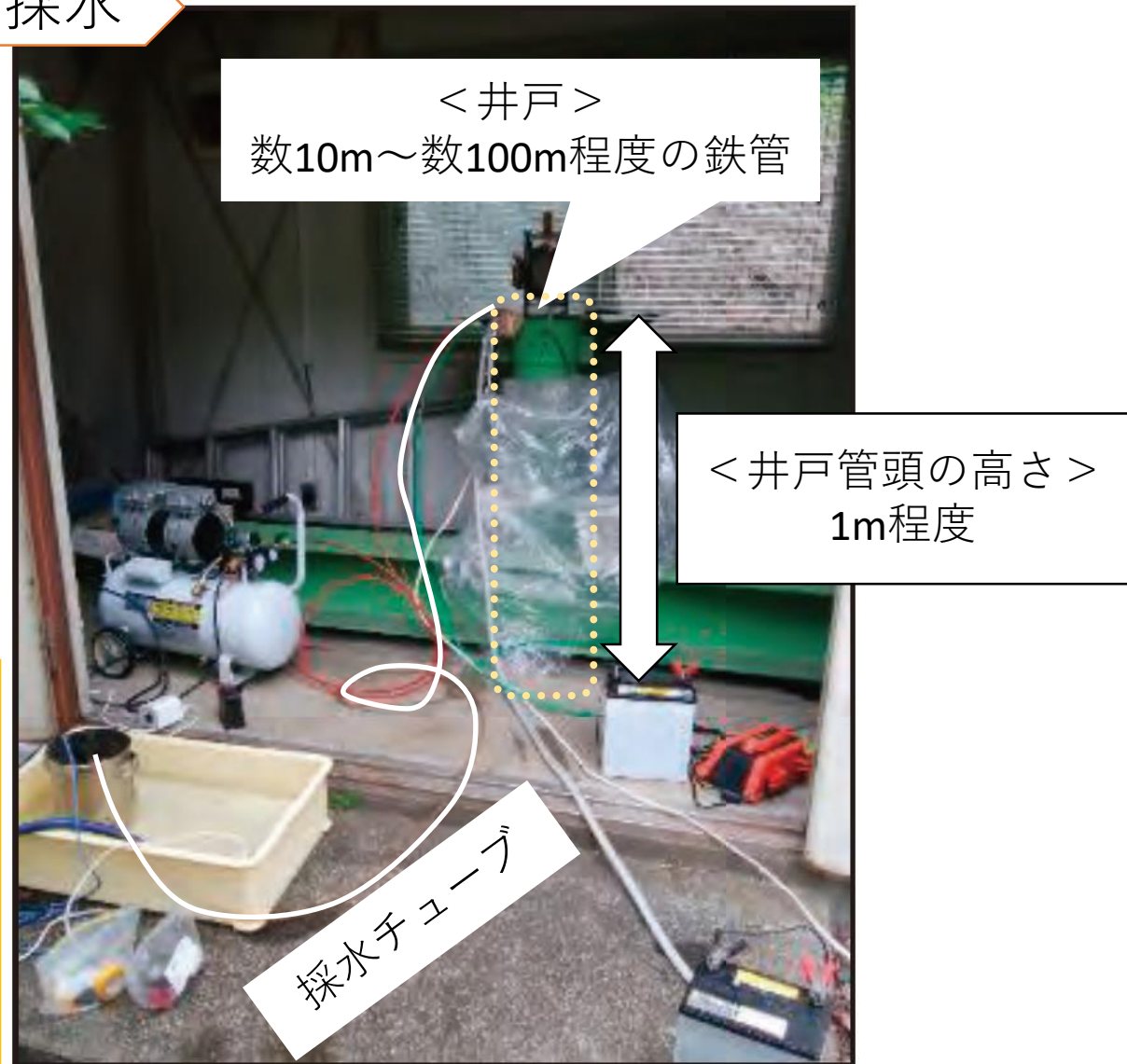


42地点
104本

同じ地点で複数本
設置されている
場合もある

3. 東京の地下水流動調査について

地下水(井戸水)の採水



<苦労した点>
採水チューブは水圧で
つぶれないように固い
素材でできており、
数100mと長いため、
取り回しが非常に大変
だった。

専用の器具を使った採水状況

3. 東京の地下水流動調査について

地下水(井戸水)の採水

<水位計>
観測井の水面、
数mから数10mまで
水位計の先端をお
ろして水位を測定



<井戸>

井戸水位確認状況

3. 東京の地下水流動調査について

地下水(井戸水)の採水



採水
チューブ

採水瓶

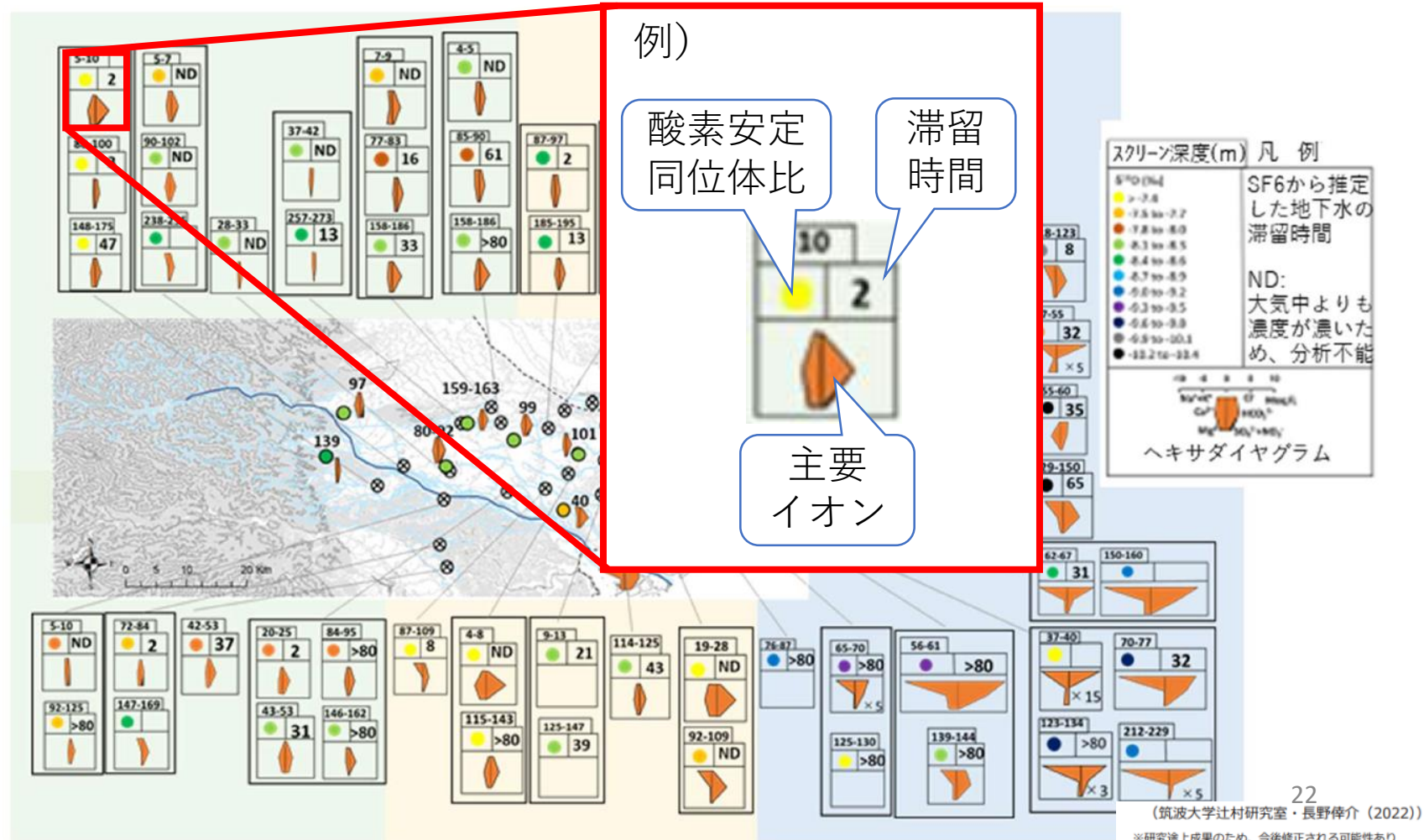
排水ポンプ
(家庭用バスポンプ)

地下水の採水状況

3. 東京の地下水流動調査について

< 地下水のトレーサーの調査結果 >

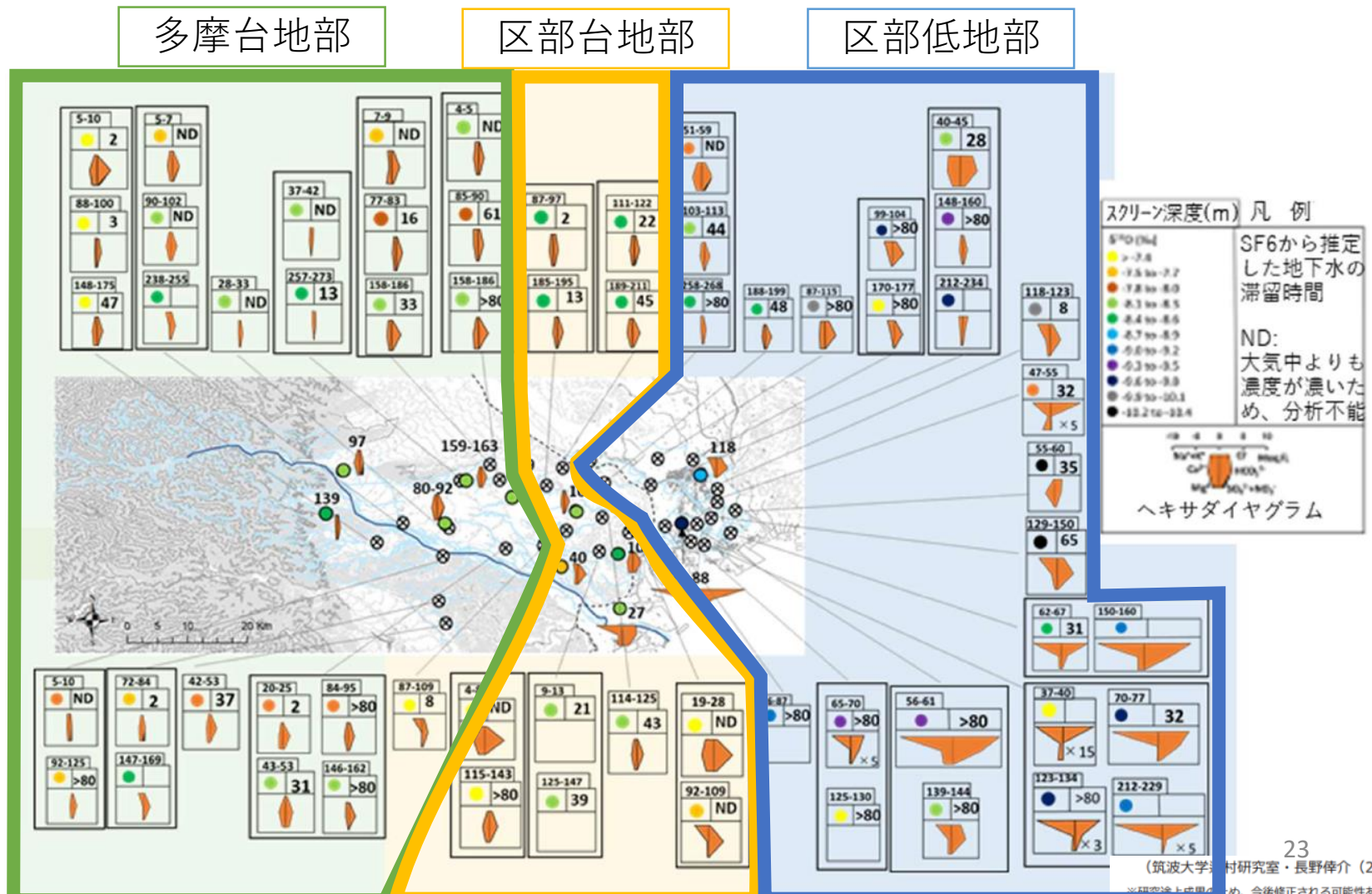
主要イオン・酸素水素安定同位体比・六フッ化硫黄



3. 東京の地下水流動調査について

<地下水のトレーサーの調査結果>

主要イオン・酸素水素安定同位体比・六フッ化硫黄



3. 東京の地下水流動調査について

<主要イオン>

[多摩台地部]



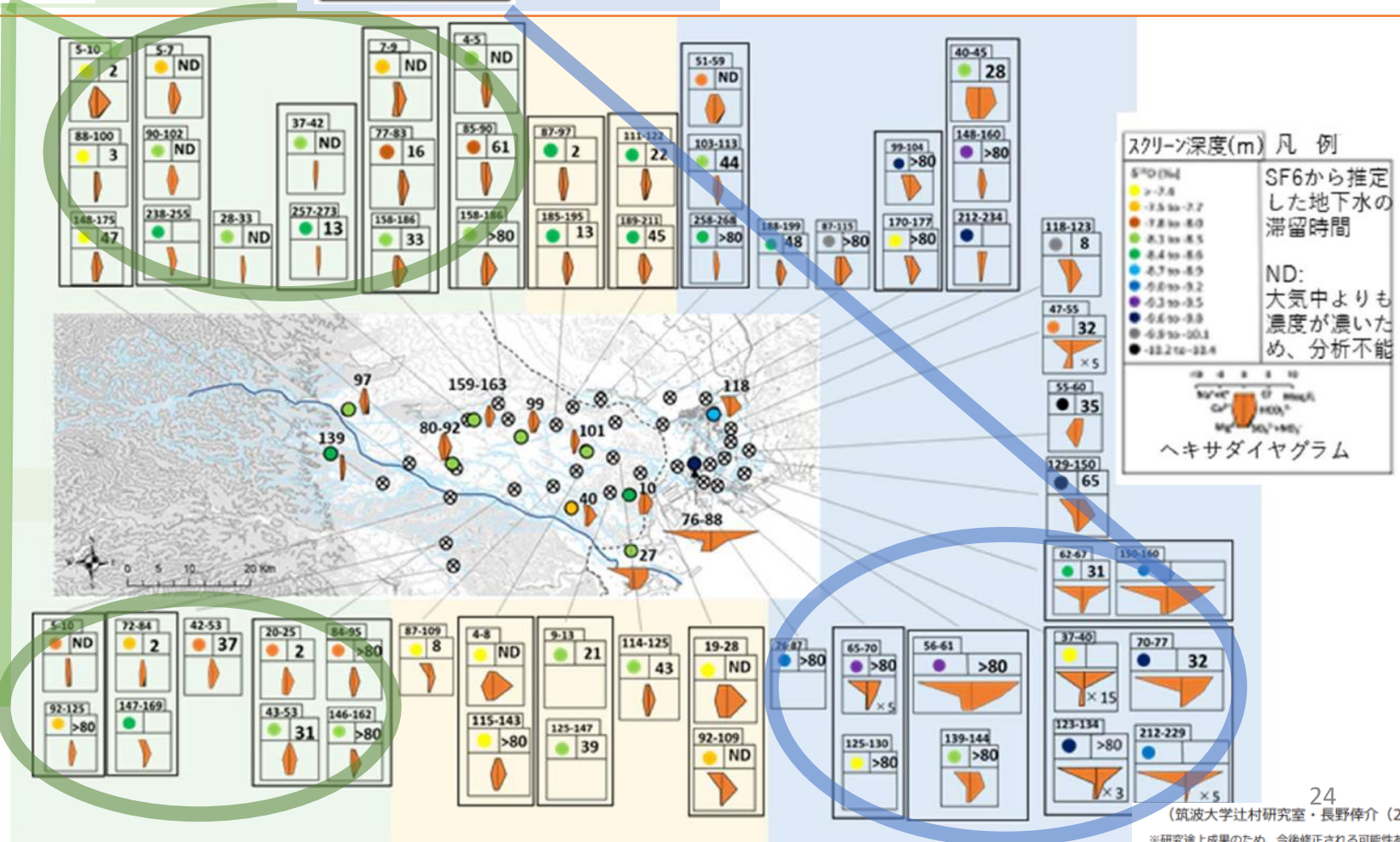
カルシウム
重炭酸型

[区部低地部]



塩化
ナトリウム型

多摩台地部と区部低地部で
水質が異なり、流動経路が
違うことが示唆される

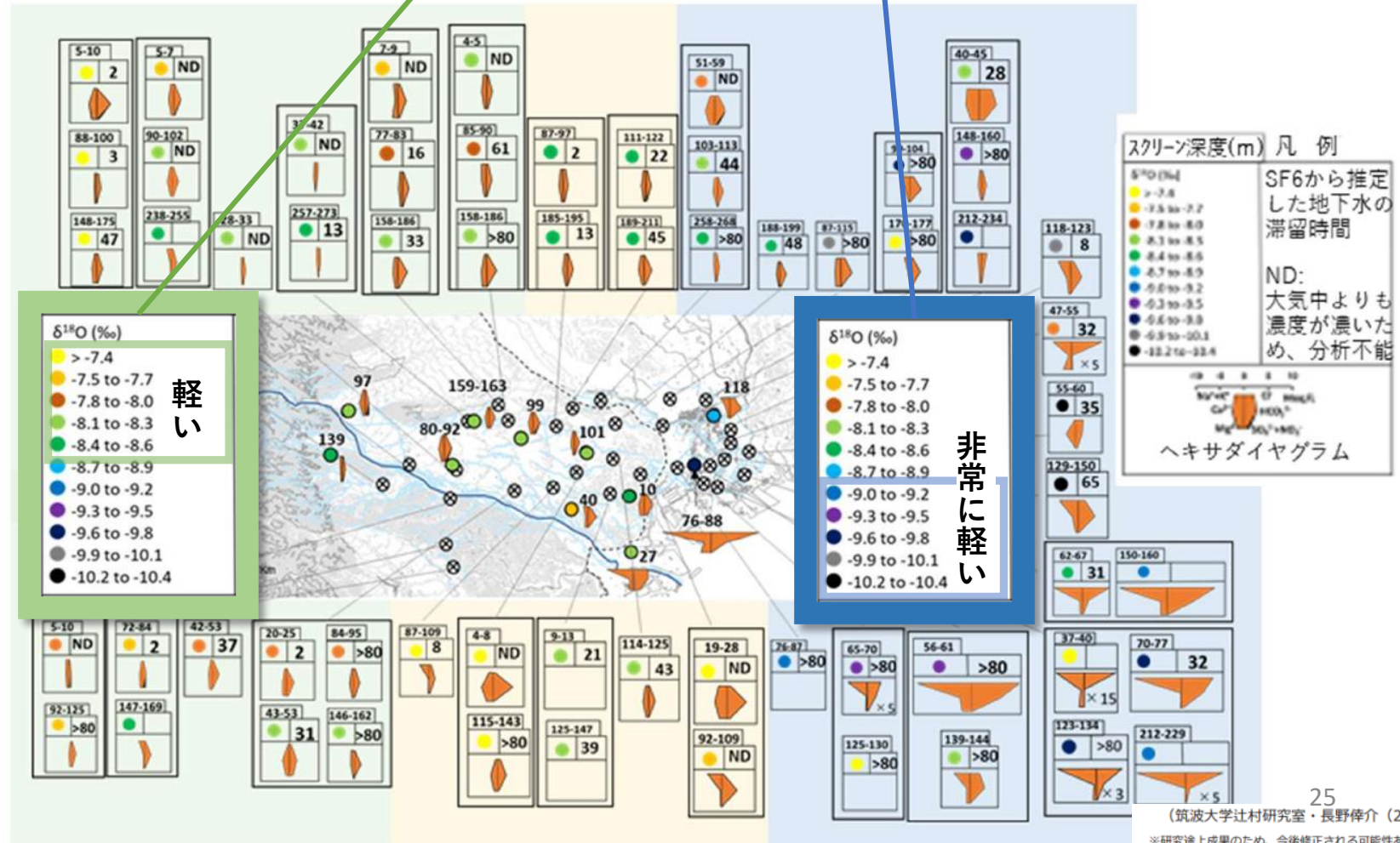


3. 東京の地下水流動調査について

<酸素安定同位体比>

[多摩台地部] > [区部低地部]

多摩川上流の河川水 > 区部低地部の地下水
都内の降水 > 区部低地部の地下水



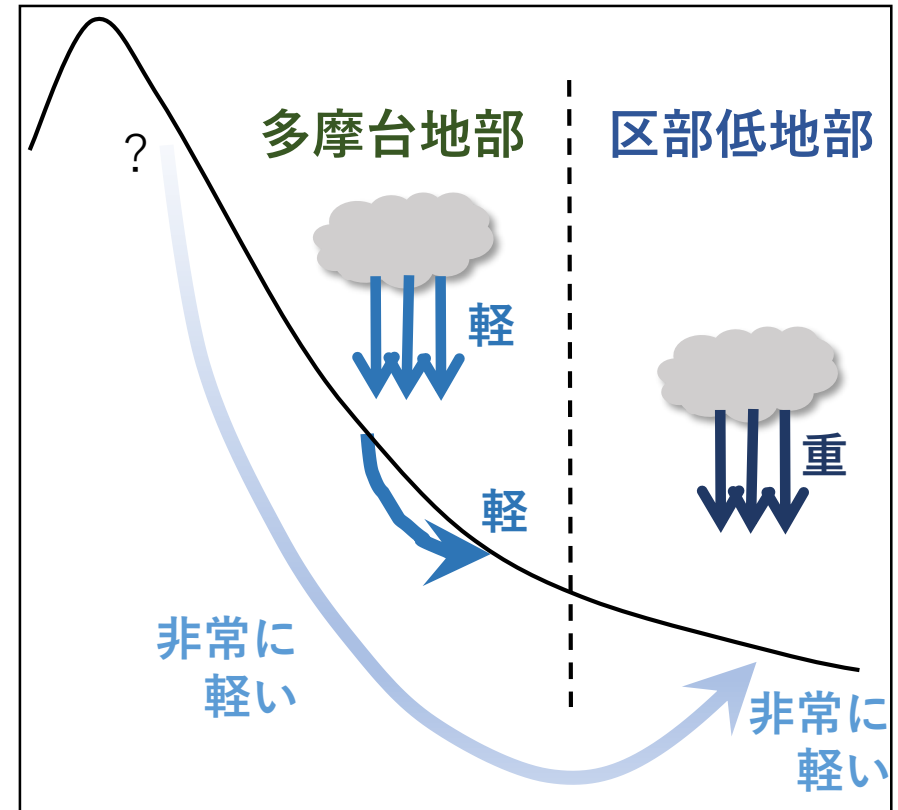
3. 東京の地下水流動調査について

< 酸素安定同位体比 >

軽い
[多摩台地部] > [区部低地部]
非常に軽い

多摩川上流の河川水
> 区部低地部の地下水

都内の降水
> 区部低地部の地下水



多摩台地部と区部低地部の涵養源が異なることが示唆される。

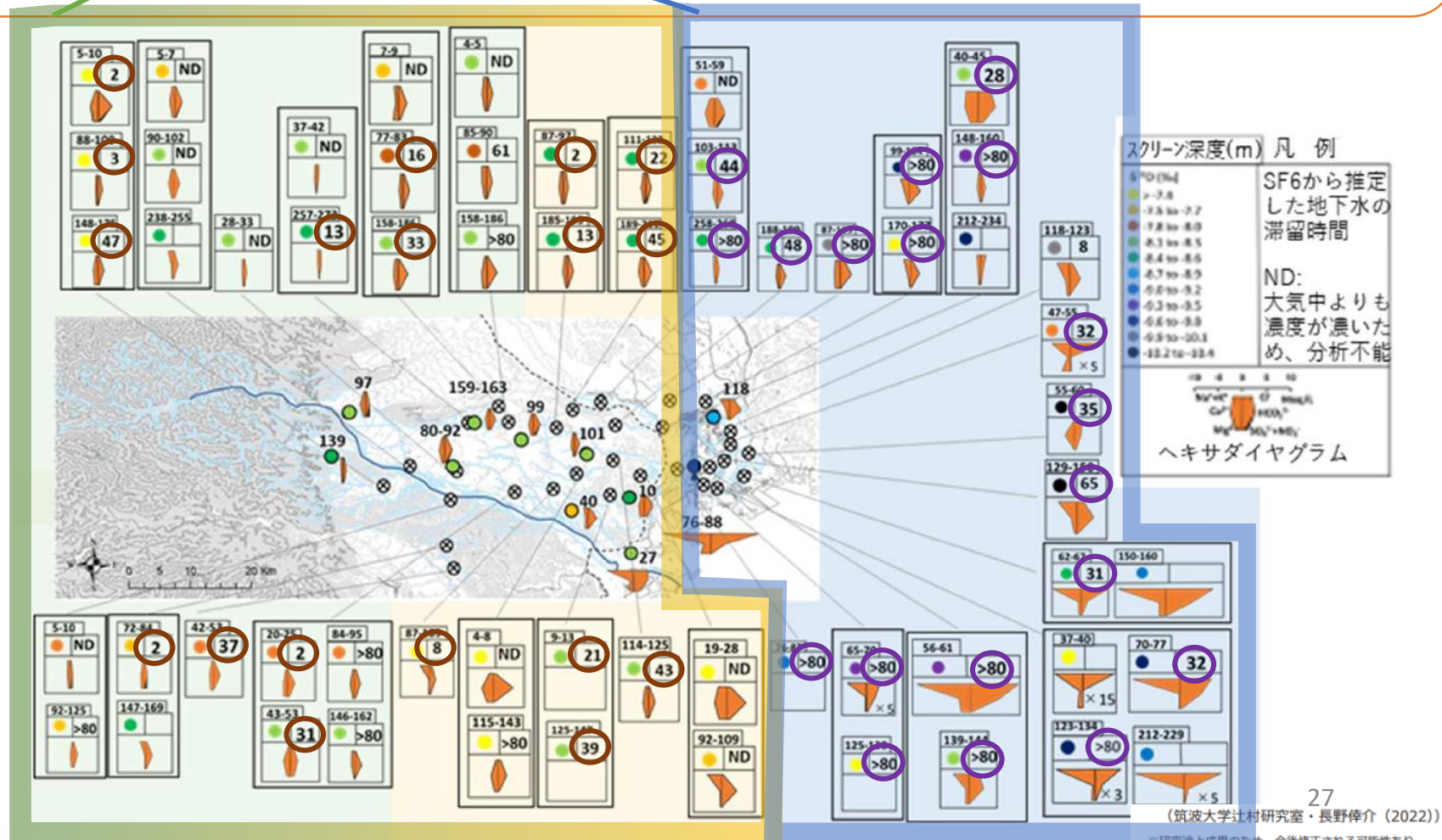
3. 東京の地下水流動調査について

<六フッ化硫黄から推定した滞留時間>

[多摩および区部台地部]
数年から40年程度

[区部低地部]
30年から80年以上

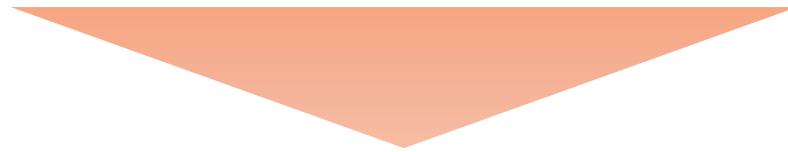
区部低地部は他の地域
よりも滞留時間が長い
ことが示唆される



3. 東京の地下水流動調査について

<地下水の**トレーサー**の調査結果>

主要イオン	：多摩台地部と区部低地部で異なる
酸素安定同位体比	：区部低地部は非常に軽い
滞留時間	：区部低地部は他の地域よりも長い

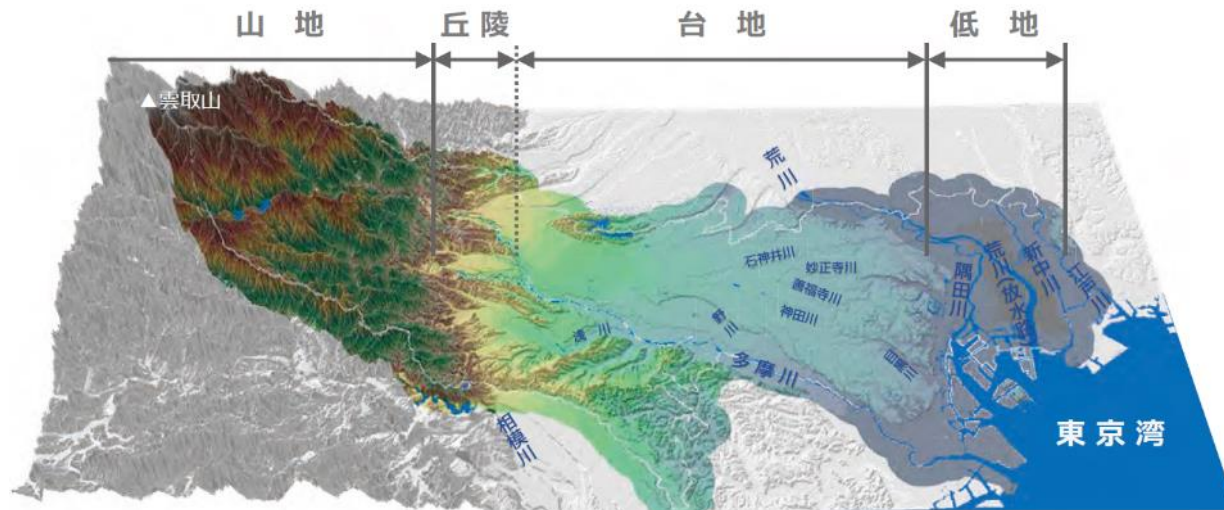


多摩台地部と区部低地部とは地下水の涵養源が異なることが示唆される

3. 東京の地下水流動調査について

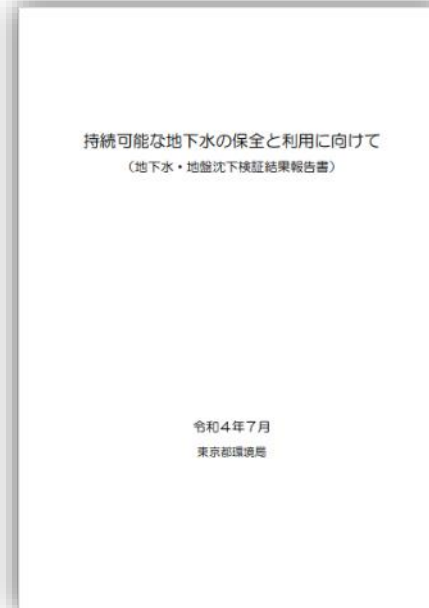
今後の展開

区部台地部に相当する区部西側地域等を含め、
更にデータを蓄積していく



最後に

今回の発表は、東京都環境局の
「東京の地下水・地盤環境レポート」と
「持続可能な地下水の保全と利用に向けて
（地下水・地盤沈下検証結果報告書）」
に記載されている内容となります。



リンク先：

<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/chikasuinohozentoriyo/index.html>

ご清聴ありがとうございました