

平成18年度「独創性のある生命科学研究  
プロジェクト課題2  
北方圏に特有な疾患の病態解明とその制御」

積雪寒冷地での凍死の法医病態学的研究と診断確立

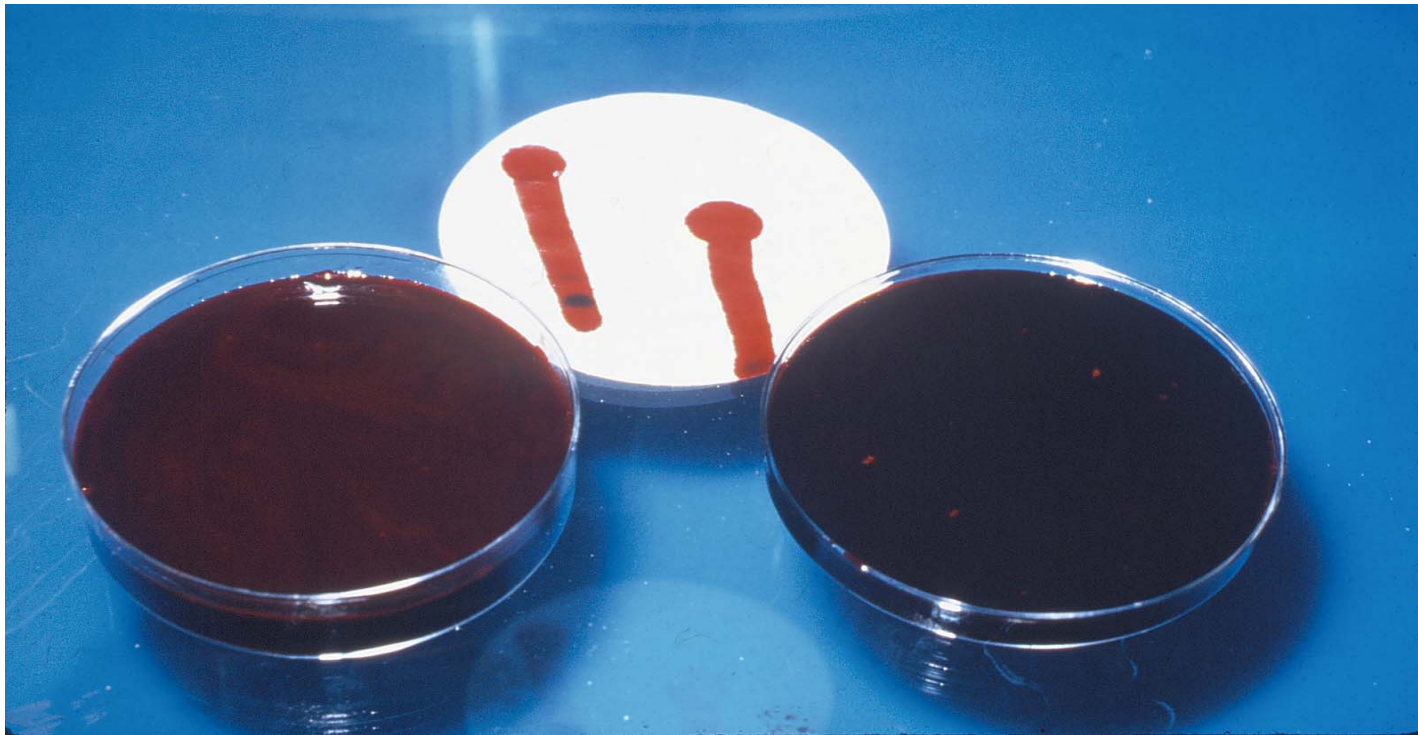
旭川医大法医学講座  
清水恵子

# はじめに

凍死(偶発性低体温症による死亡)の診断は、法医学的に特異的な所見を持たない為、除外診断が困難な検屍事例では、その診断は極めて難しい。凍死の診断ないし身体所見の頻度に関する報告は過去にも散見されるが、事例数は多くない。日本の最北端に位置する旭川医科大学では、凍死の検屍及び解剖事例を扱う頻度が他の地域と比較して多く、以前より報告してきた。

- 塩野寛, 佐々木雅弘, 福島亨, 清水恵子, 三上喜三雄, 吉住武靖, 外気温氷点下での死体温降下速度についての研究. 犯罪学雑誌 1995 ; 61 : 1-5.
- Shimizu K, Shiono H, Fukunaga T, Sasaki M, Paradoxical Underssing in Fatal Hypothermia. Acta Crim. Japon. 1996 ; 62 (5) : 151-155.
- 清水恵子, 塩野寛, 福島亨, 佐々木雅弘. 凍死の診断, 凍死における左右心室血の色調差及びWischnewski斑について. Acta Crim. Japon. 1996 ; 62 : 157-160.
- K. Shimizu, S. Ohtani, H. Shiono, T. Fukushima and M. Sasaki, Expression of ubiquitin protein in each organ at death from hypothermia. Forensic Sci. Int., 86: 61-68, 1997.
- 清水恵子, 水上創, 福島亨, 佐々木雅弘, 塩野寛. 凍死の法医学的診断へのCO-オキシメーターの応用. 日法医誌 1998 ; 52 : 196-201.
- H. Mizukami, K. Shimizu, H. Shiono, T. Uezono, M. Sasaki, Forensic diagnosis of death from cold. Legal Med., 1: 204-209, 1999.
- 斉藤修, 清水恵子, 塩野寛, 吉田将亜, 小川研人, 水上創, 上園崇. 凍死の診断—凍死で認められる特異所見とその頻度について—. 犯罪学雑誌. 2002 ; 68 : 56-60.

今回、助成金を頂き、過去における凍死事例の診断所見を再検討し、その中でも、特徴的な診断基準として可能性の高い、凍死体の左右心臓血の酸素化ヘモグロビン値の差について、検討を行った。



## 凍死とは？

全身が寒冷にさらされると、体温を維持する為に代謝が活発となり、熱を放散することで、体温を調節する。



深部体温が**35度**以下に低下し、  
生命の危機が迫っている状態（偶発性低体温症）



体温調節機能の限界を超えると、  
体温は次第に低下し、不整脈等より死亡に至る。

- 凍死のほとんどは、災害、事故（山岳遭難、海難、溺水、泥酔や意識障害による、野外や屋内での睡眠・放置）
- 10℃以下のプラスの気温でも生じる
- 自殺の一つの方法（冬の北海道の雪降る原野で、飲酒後又は睡眠薬摂取後、睡眠）

# 雪山凍死

苦痛



手間



見苦しさ



迷惑



インパクト



致死度



絶好の場所が見つければ、あとは楽  
ただし大搜索されるのと、未遂に終  
わって手足が壊死するのが気がかり

北海道における平成18年度の異状死体数  
(北海道警察による)

	異状死体数	凍死数
札幌方面	3,450	38
函館方面	601	7
旭川方面	895	18
北見方面	435	8
釧路方面	877	19
合計	6,258	90

(解剖数：合計284) (凍死の解剖率は、全道で1割以下)

解剖率4.5% ⇔

- ・ 全国平均 : 4%
- ・ 東京23区 (監察医制度による行政解剖) : 18%
- ・ 欧米先進国 : 50%

凍死の診断は、特異的所見が無い為、最終的には除外診断であり、解剖しない事例(警察が事件性を疑わず、検屍のみで処理すると決定された事例)においては、検案医は、特に診断に苦慮する。

- ・ 状況(低温環境下での低体温)
- ・ 可能な限りの他の死因の除外  
(死因となる、外傷・中毒・疾病の除外)
- ・ 凍死時に認められる頻度の高い特徴的所見  
を総合的に判断して決定する。

→ 検屍(解剖しない)事例では、凍死の特徴的所見が特に重要

## 凍死体に比較的特徴的な所見

### 【検屍時、体表観察から解る所見】

- 低体温
- 鮮紅色死斑
- 第一度凍傷（紅斑）～第三度凍傷（壊死）
- 鷲皮（鳥肌）形成（立毛筋の寒冷収縮&死後硬直）
- 陰囊・陰茎の寒冷による収縮
- 矛盾脱衣  
(paradoxical undressing)
- 狭い空間に身を隠す様な行動  
(hide-and-die syndrome)



暗紫色死斑



H-Hb

病死・凍死以外の外因死

鮮紅色死斑



O<sub>2</sub>-Hb

凍死

鮮紅色死斑 CO-Hb

一酸化炭素中毒



鮮紅色死斑

第二度凍傷  
(水疱)

第一度凍傷 (紅斑)

出現頻度 : 81.3%  
(123事例)

組織凍結と末梢循環不全



# 矛盾脱衣

出現頻度：42.4%  
(144事例)

末梢及び中枢血管運動神経麻痺による血管拡張に伴う温度感覚異常？



# 矛盾脱衣

出現頻度：42.4%  
(144事例)



## 【解剖時に認められる所見】

アルコール検出頻度：  
23.4%（141事例）

薬物検出頻度：  
4.3%（141事例）

- ・ 諸臓器のうっ血及び紅色調
- ・ 左右心臓血の色調差
- ・ 胃十二指腸粘膜下出血（Wischnewski斑）
- ・ 尿の膀胱内充満
- ・ 寒冷条件から自ら脱出できない状況

アルコール及び薬物摂取による影響

致命的ではないが、動けなくなる状態（内因・外因）

（覚悟の行動は解剖からは不詳）

- ・ 死因足り得る外傷・中毒・窒息・疾病等の除外

## 胃十二指腸粘膜下出血 (Wischnewski斑)



出現頻度：40.5%  
(74解剖例)

## 凍死体における左右心臓血の色調差

- ・ 生体においては、左右心臓血に色調差（+）
  - ∴ 動脈血：酸素化ヘモグロビン濃度が高く鮮紅色調
  - 静脈血：還元型ヘモグロビン濃度が高く暗紫色調

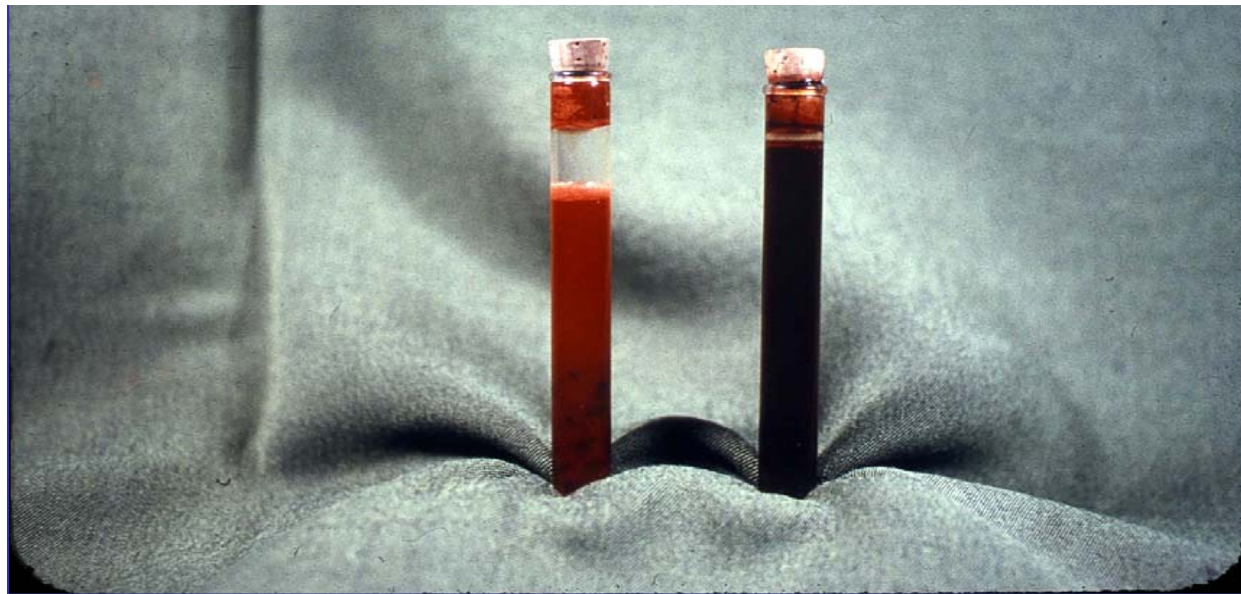
- ・ 一般に、凍死体以外の死体の左右心臓血は、共に暗紫色調であり、左右心臓血の色調差は乏しい
- ∴ 一般的に個体死と同時に組織での細胞死は生じないないため、酸素供給が止まった後も全身で $O_2$ -Hbが消費され、H-Hbに変化する。さらに常温では、 $O_2$ -Hbの酸素は物理的に解離しやすく、H-Hbへと変化する。

凍死事例では、死亡前数時間は低温環境下であり、全身の組織代謝は低下し、その酸素消費量は低下している為、死後酸素供給が停止しても、 $O_2$ -Hbは消費されにくい。

さらに低温下では、 $O_2$ -Hbの酸素の物理的解離は抑制される為、存在する $O_2$ -Hbは保たれる傾向となり、凍死体の左右心臓血の $O_2$ -Hb濃度には、生体類似の左右差が認められる可能性がある。

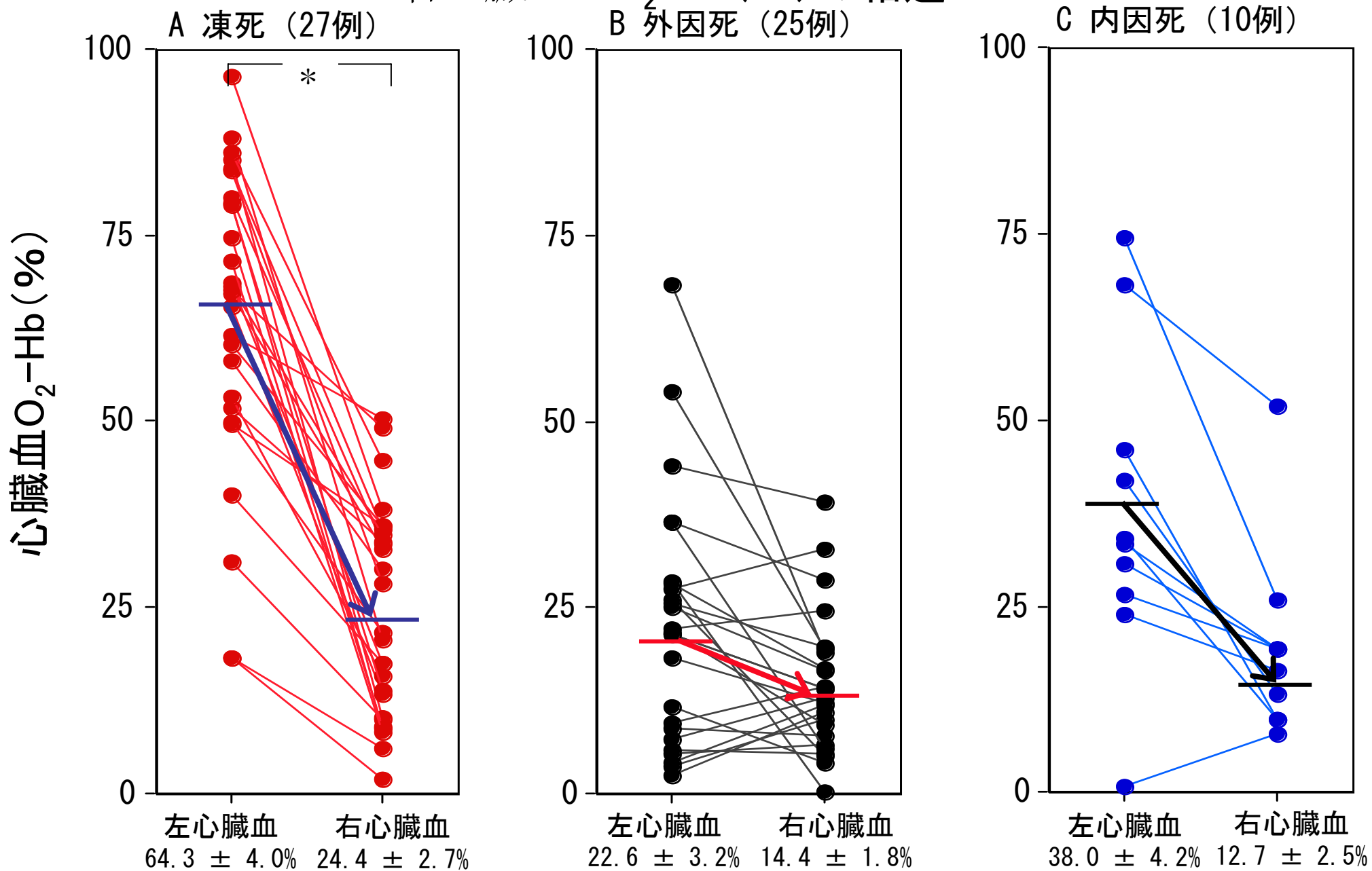
# 凍死体左右心臓血の肉眼的色調差の頻度

	色調差あり	色調差なし
検屍 (102例)	83 (81.4%)	19 (18.6%)
解剖 (74例)	71 (95.9%)	3 (4.1%)

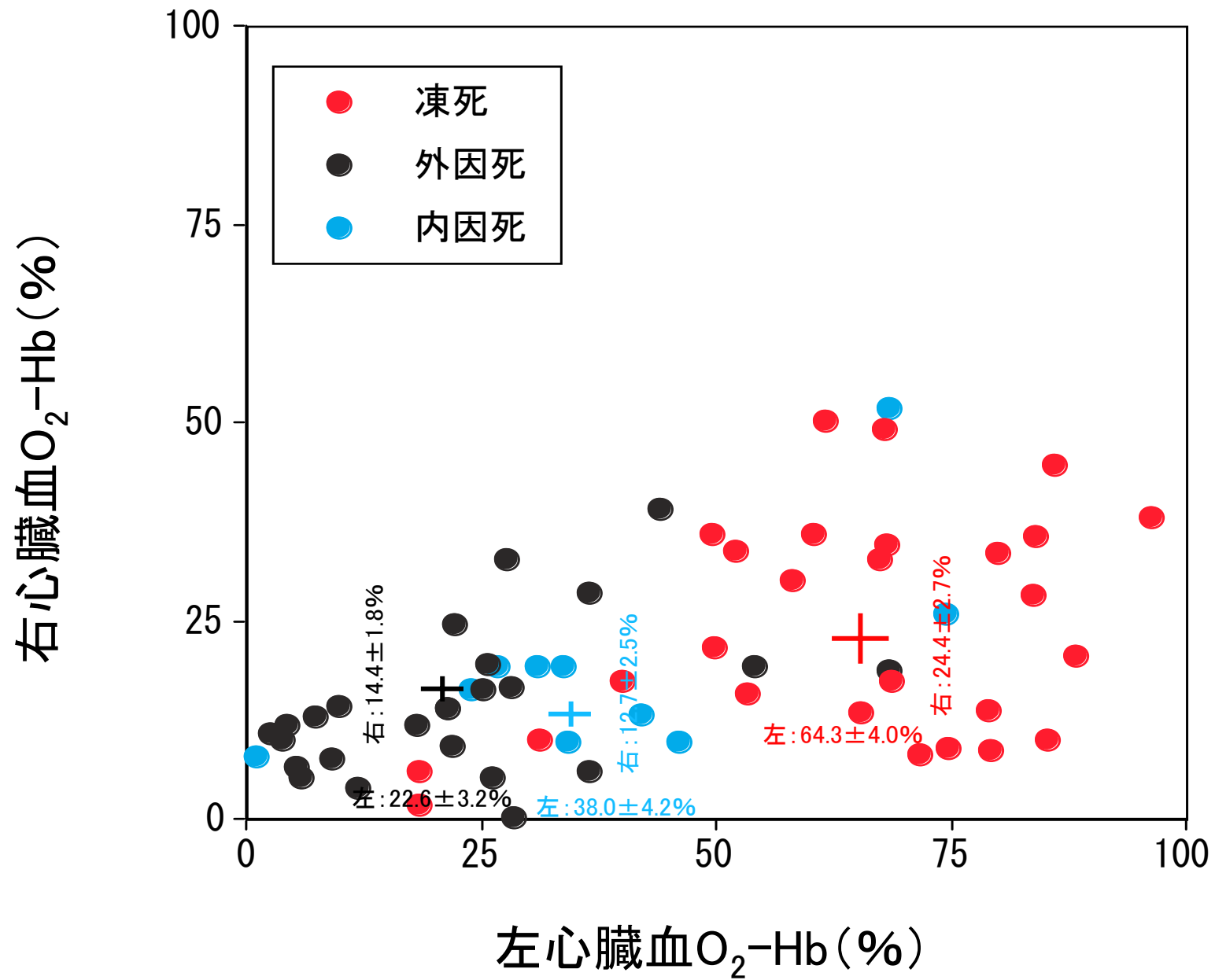




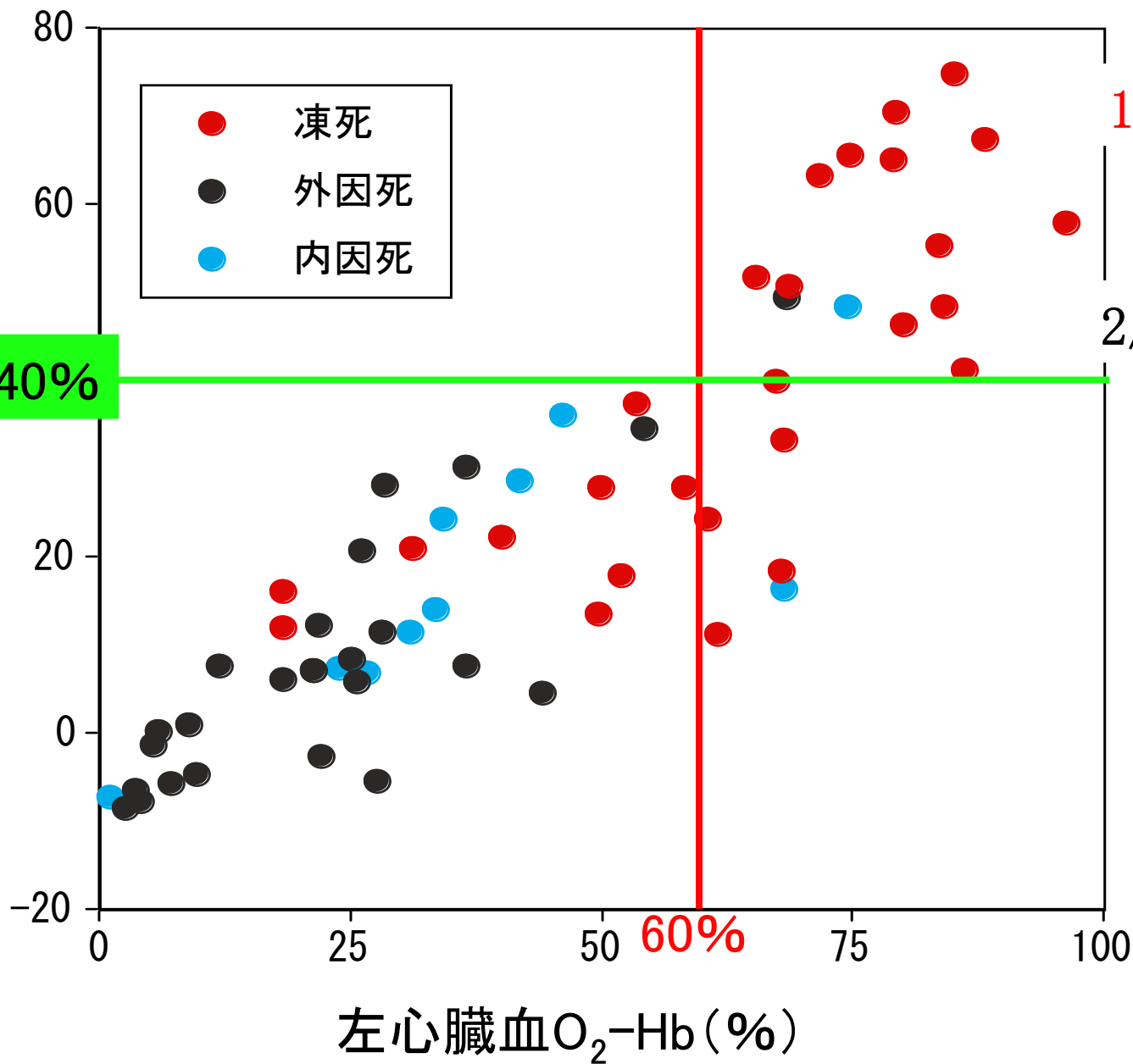
# 左右心臓血のO<sub>2</sub>-Hb(%)の相違

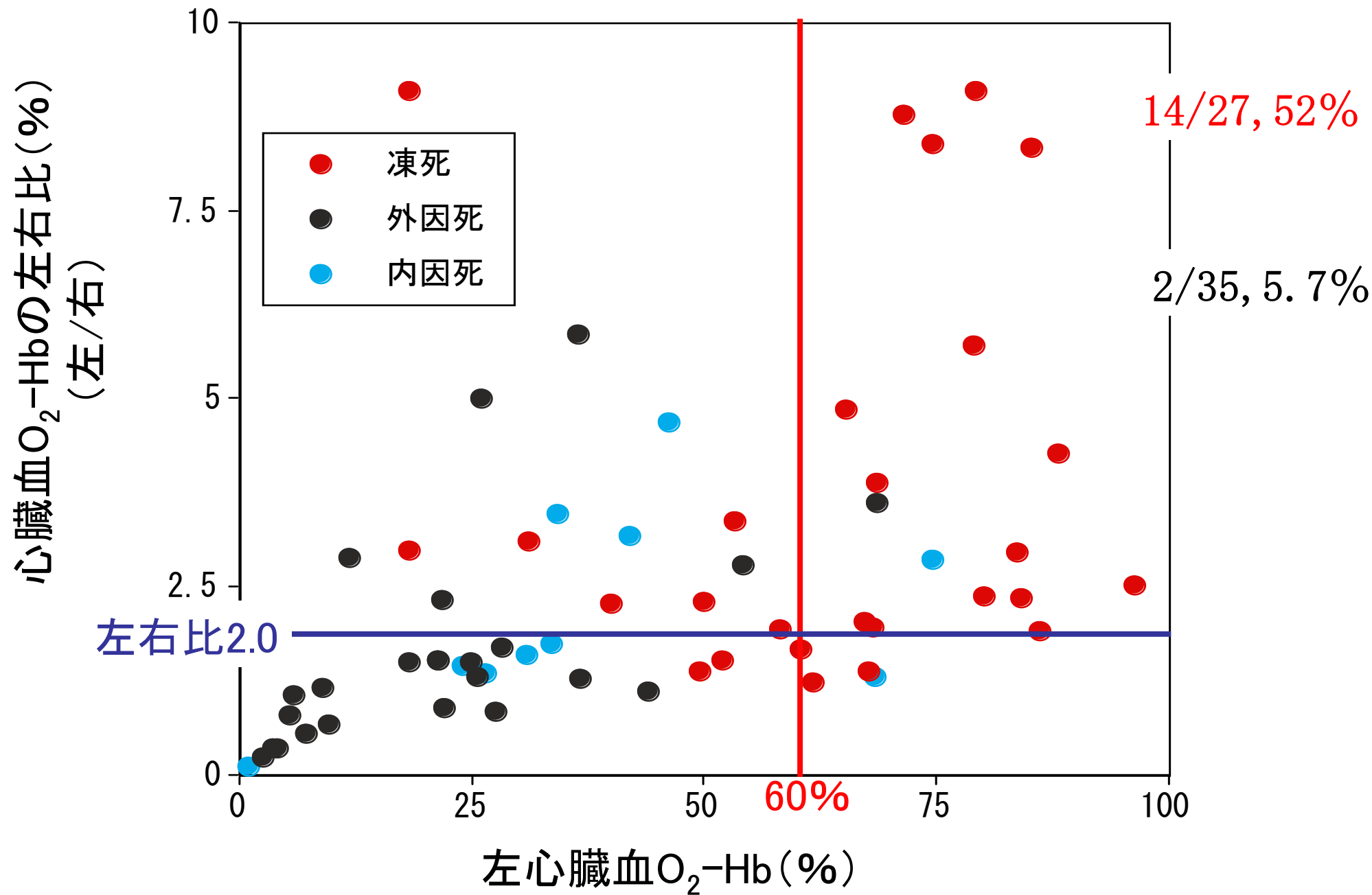


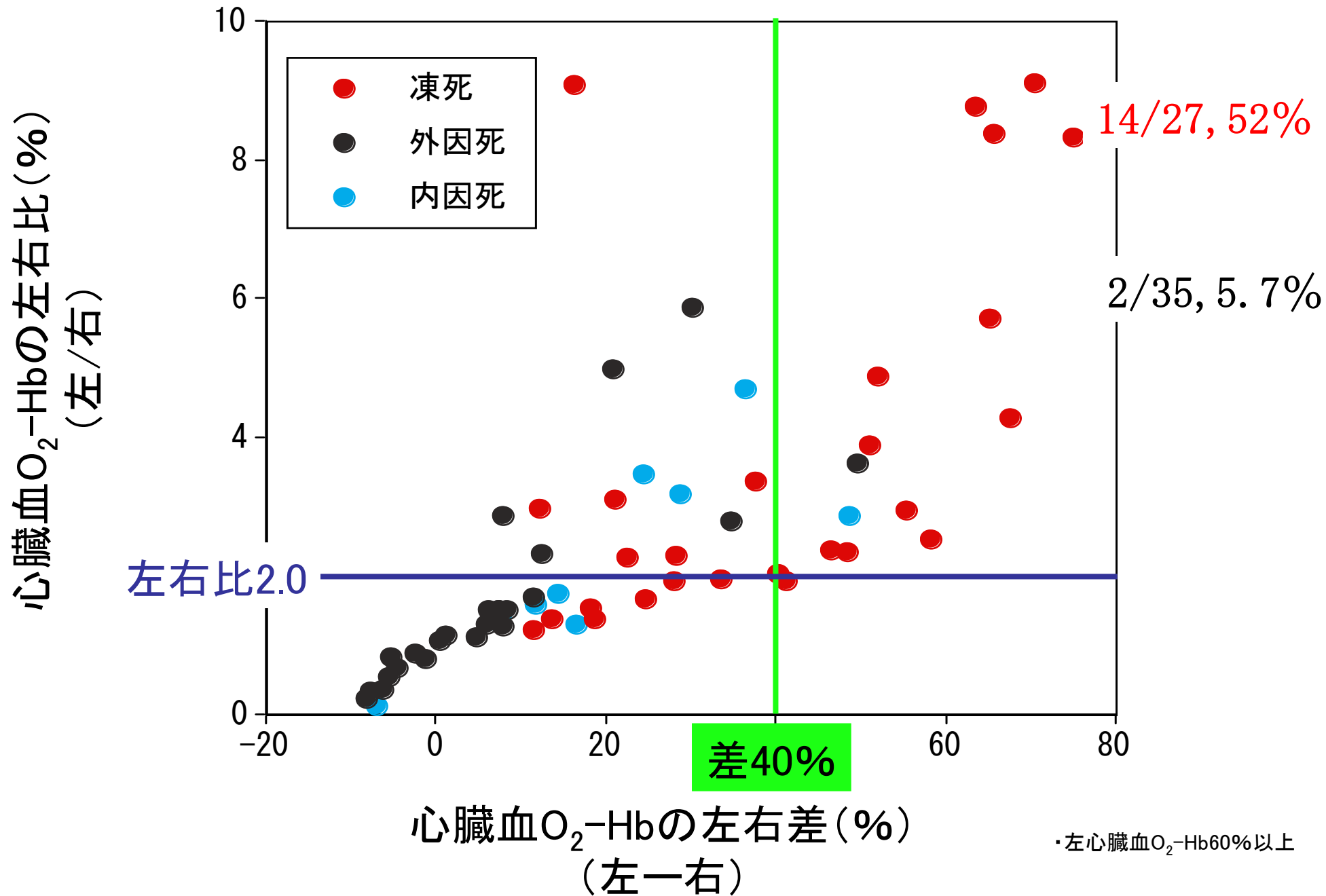
# 左右心臓血のO<sub>2</sub>-Hb(%)



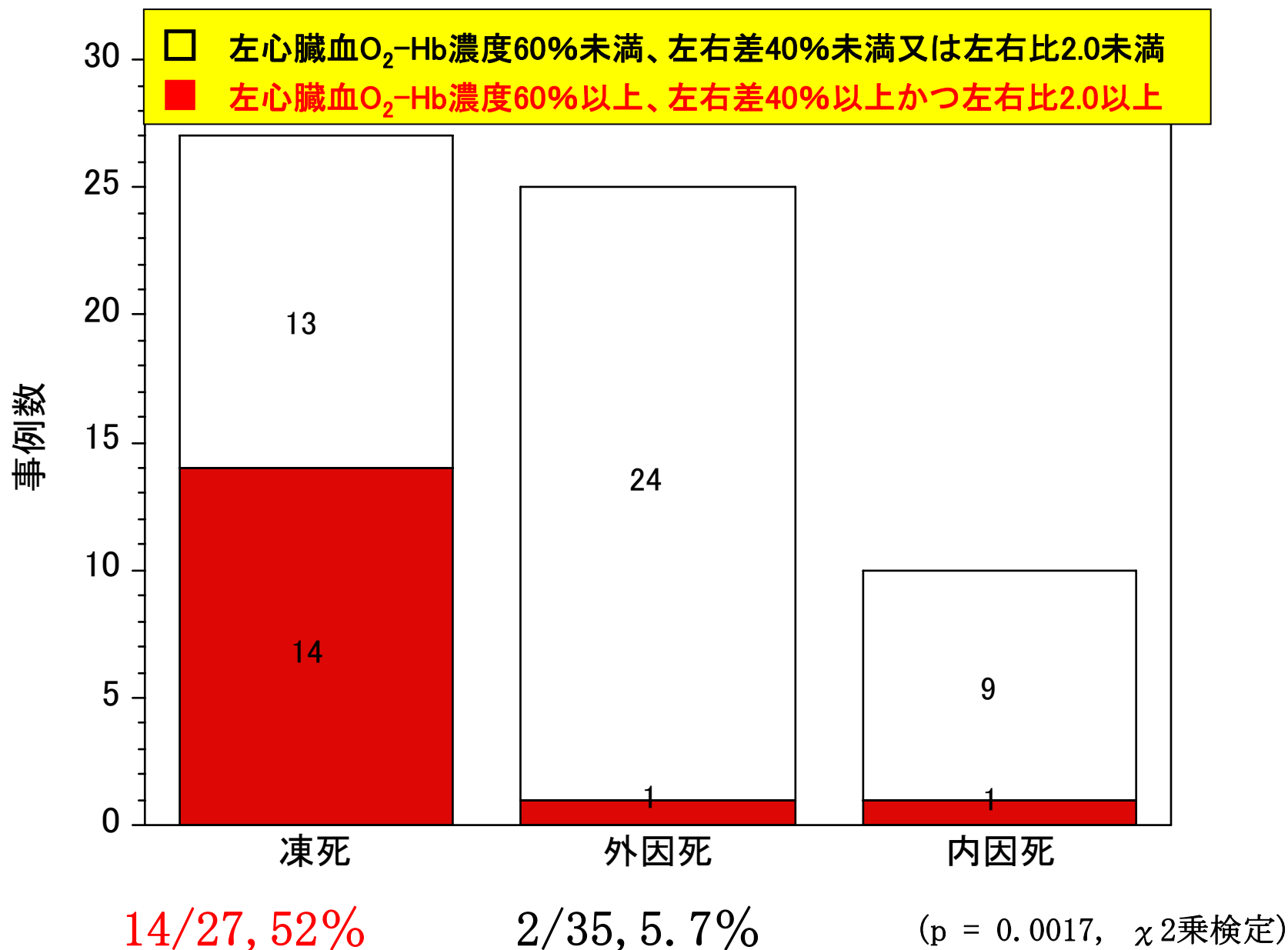
心臓血O<sub>2</sub>-Hbの左右差(%)  
(左-右)

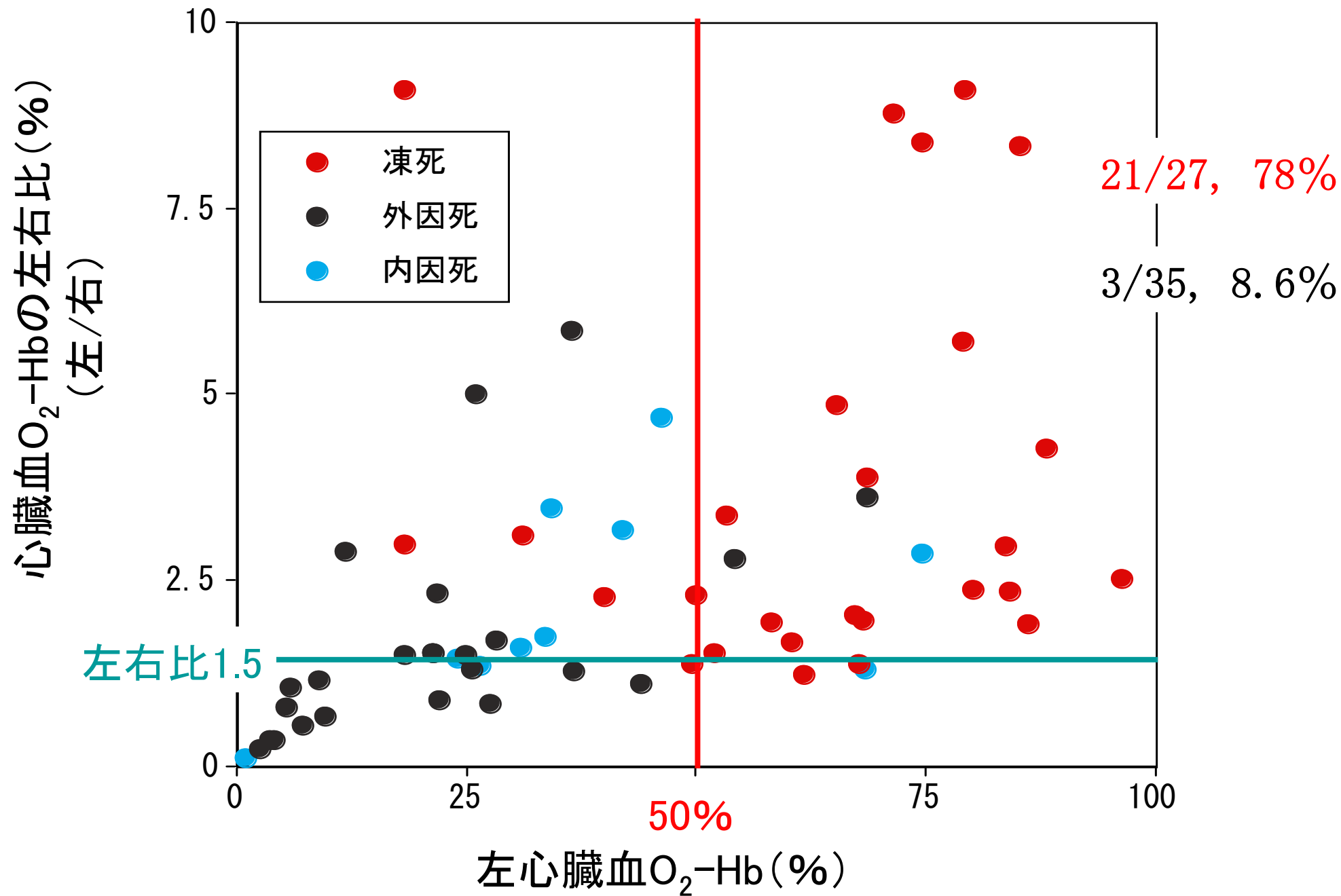




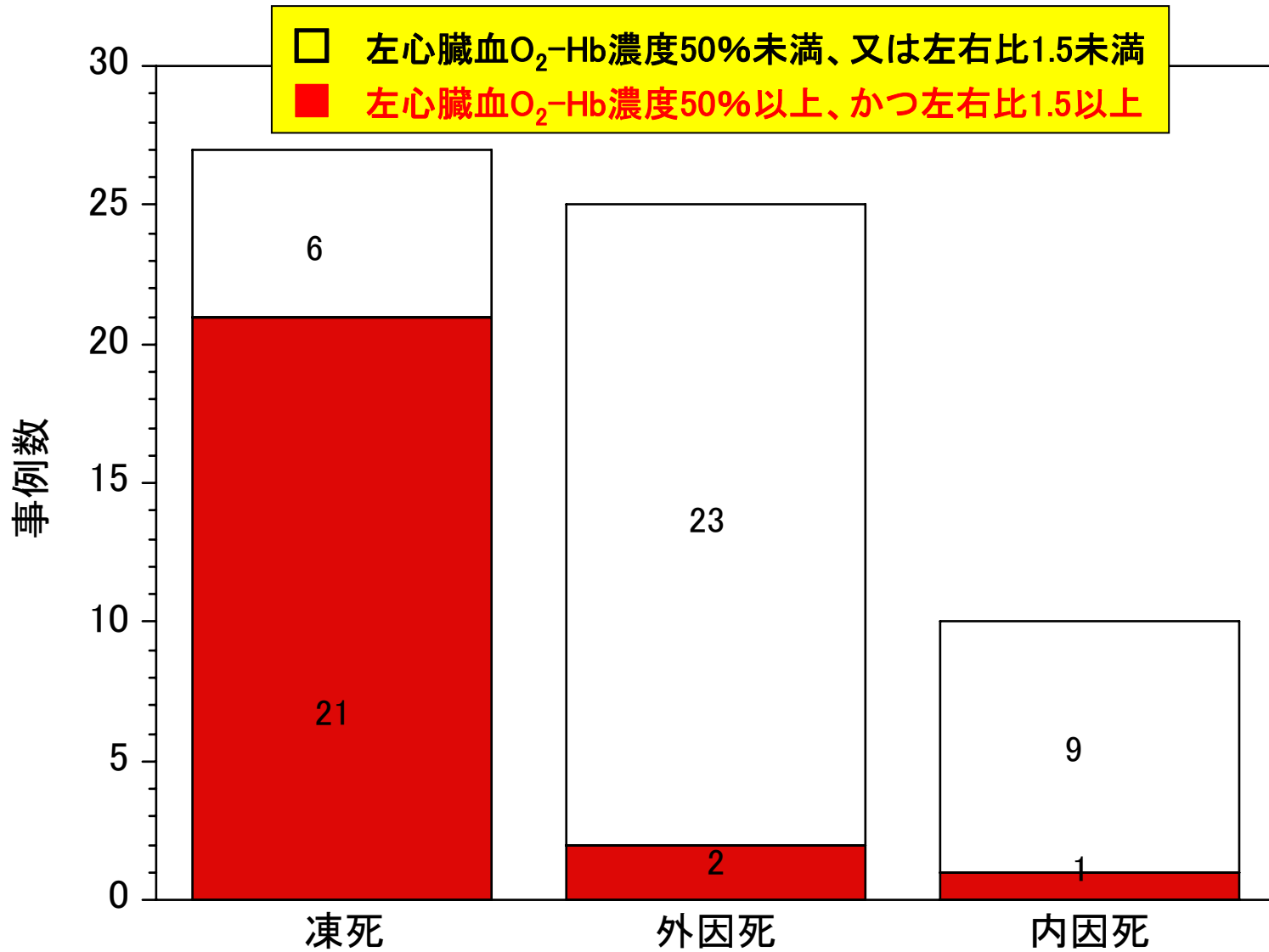


# 非常に高い確率で凍死と診断できる





# かなりの確率で凍死と診断できる



21/27, 78%

3/35, 8.6% (p = 0.0002,  $\chi^2$ 乗検定)



# 結 果

- 凍死体の左右心臓血の $O_2$ -Hb濃度は、他の死因と比較して有意差が認められた ( $p < 0.01$ , paired  $t$ -test)
- 左心臓血の $O_2$ -Hb濃度が60%、心臓血の $O_2$ -Hb濃度左右差が40%及び比が2.0を超える場合、凍死事例 (14/27, 52%) と他の死因 (2/35, 5.7%) で、有意差が認められ、非常に高い確率で凍死と診断できる ( $p = 0.0017$ ,  $\chi^2$ 乗検定)
- 左心臓血の $O_2$ -Hb濃度が50%、心臓血の $O_2$ -Hb濃度左右比が1.5を超える場合、凍死事例 (21/27, 78%) と他の死因 (3/35, 8.6%) で有意差が認められ、かなりの確率で凍死と診断できる ( $p = 0.0002$ ,  $\chi^2$ 乗検定)

# ま と め

解剖による除外診断がされない、検屍（検案）において、凍死の診断は極めて困難である。解剖率約4%の我が国では、検屍に応用可能な凍死の診断基準が必要とされる。

本研究成果は、左右心臓血の色調差及び $O_2$ -Hb濃度の測定が、凍死に比較的特徴的な所見であることを示し、診断価値が比較的高いことから、検屍を含めた法医実務に有用であることを示唆している。

今後、事例数を増やすと共に、さらなる検討を継続する予定である。